



# Азбука КОМПАС-3D V15

2014 год

Информация, содержащаяся в данном документе, может быть изменена без предварительного уведомления.

Никакая часть данного документа не может быть воспроизведена или передана в любой форме и любыми способами в каких-либо целях без письменного разрешения ЗАО АСКОН.

©2014 ЗАО АСКОН. С сохранением всех прав.

АСКОН, КОМПАС, логотипы АСКОН и КОМПАС являются зарегистрированными торговыми марками ЗАО АСКОН.

Остальные упомянутые в документе торговые марки являются собственностью их законных владельцев.

# Содержание

Добро пожаловать в систему КОМПАС-3D . . .	13
Общие сведения . . . . .	14
Основные элементы интерфейса . . . . .	14
Общие принципы моделирования. . . . .	19
Основные термины модели. . . . .	25
Эскизы, контуры и операции. . . . .	26

## Урок № 1.

### **Твердотельное моделирование . . . . .30**

1.1. Предварительная настройка системы . . . . .	31
1.2. Создание файла детали . . . . .	33
1.3. Определение свойств детали . . . . .	34
1.4. Сохранение файла модели . . . . .	36
1.5. Создание основания детали. Привязки . . . . .	36
1.6. Добавление материала к основанию . . . . .	47
1.7. Редактирование эскизов и операций. . . . .	49
1.8. Создание правой проушины . . . . .	54
1.9. Добавление бобышки . . . . .	57
1.10. Добавление сквозного отверстия. . . . .	59
1.11. Создание зеркального массива . . . . .	60
1.12. Добавление скруглений . . . . .	61
1.13. Изменение отображения модели . . . . .	63
1.14. Скругление ребер основания . . . . .	63
1.15. Вращение модели мышью . . . . .	64
1.16. Создание конструктивной плоскости. . . . .	66
1.17. Выдавливание до ближайшей поверхности . .	66
1.18. Использование характерных точек . . . . .	68

1.19.	Добавление глухого отверстия. . . . .	70
1.20.	Использование переменных и выражений . . .	71
1.21.	Создание массива по концентрической сетке.	75
1.22.	Создание канавки . . . . .	78
1.23.	Добавление фасок . . . . .	81
1.24.	Создание массива канавок . . . . .	81
1.25.	Скругление по касательным ребрам . . . . .	82
1.26.	Рассечение детали. Исключение из расчета . .	83
1.27.	Расчет МЦХ детали . . . . .	86

## Урок № 2.

### **Создание рабочего чертежа . . . . . 88**

2.1.	Выбор главного вида . . . . .	88
2.2.	Создание и настройка чертежа. . . . .	90
2.3.	Создание стандартных видов . . . . .	92
2.4.	Создание разреза. Перемещение видов . . . .	95
2.5.	Создание местного разреза . . . . .	98
2.6.	Создание выносного элемента. . . . .	99
2.7.	Простановка осевых линий. . . . .	100
2.8.	Построение обозначений центров . . . . .	101
2.9.	Оформление чертежа . . . . .	105

### **Создание сборок . . . . . 110**

Планирование сборки . . . . .	110
Создание комплекта конструкторских документов . . . . .	111

## Урок № 3.

### **Создание сборочной единицы . . . . . 114**

3.1.	Библиотека Материалы и Сортаменты . . . .	114
------	---	-----

3.2.	Создание файла сборки . . . . .	118
3.3.	Добавление компонентов из файлов. . . . .	119
3.4.	Задание взаимного положения компонентов	121
3.5.	Сопряжение компонентов. . . . .	123

#### **Урок № 4.**

#### **Создание сборки изделия . . . . .126**

4.1.	Создание файла сборки. Добавление детали Вилка. . . . .	126
4.2.	Размещение по сопряжениям. Добавление сборочной единицы Ролик . . . .	128
4.3.	Добавление детали Ось. . . . .	131
4.4.	Добавление детали Планка. . . . .	136

#### **Урок № 5.**

#### **Создание компонента в контексте сборки . . . . .140**

5.1.	Выдавливание без эскиза . . . . .	140
5.2.	Добавление опорной площадки . . . . .	142
5.3.	Создание ребра жесткости . . . . .	145
5.4.	Редактирование компонента на месте. . . . .	147
5.5.	Редактирование компонента в окне. . . . .	148
5.6.	Построение отверстий. Библиотека Стандартные Изделия. . . . .	149
5.7.	Копирование элементов по сетке. . . . .	154
5.8.	Завершение детали Кронштейн . . . . .	157

#### **Урок № 6.**

#### **Добавление стандартных изделий . . . . .160**

6.1.	Добавление стопорных шайб . . . . .	160
6.2.	Добавление винтов . . . . .	166
6.3.	Добавление набора элементов. . . . .	170

- 6.4. Создание массива по образцу . . . . . 174
- 6.5. Добавление масленки . . . . . 176
- 6.6. Режим сечения модели. . . . . 178

## **Урок № 7.**

### **Создание сборочного чертежа . . . . . 182**

- 7.1. Создание видов . . . . . 182
- 7.2. Как удалить вид. Построение разреза . . . . . 186
- 7.3. Как погасить вид . . . . . 187
- 7.4. Как скрыть рамку погашенного вида. . . . . 189
- 7.5. Как отключить проекционную связь . . . . . 190
- 7.6. Простановка позиционных линий-выносок. . 192
- 7.7. Простановка обозначений посадок . . . . . 194
- 7.8. Простановка квалитетов  
и предельных отклонений . . . . . 195
- 7.9. Использование  
Справочника кодов и наименований . . . . . 196
- 7.10. Заполнение графы Масштаб . . . . . 197

## **Урок № 8.**

### **Создание чертежа изделия . . . . . 200**

- 8.1. Создание чертежа . . . . . 200
- 8.2. Как исключить компоненты из разреза.  
Дерево чертежа . . . . . 202
- 8.3. Оформление вида Сверху. . . . . 204
- 8.4. Создание разреза . . . . . 206
- 8.5. Создание местного вида . . . . . 206
- 8.6. Оформление вида Слева.  
Создание выносного элемента. . . . . 208
- 8.7. Создание рабочих чертежей. . . . . 210

**Урок № 9.**

<b>Создание спецификаций</b> . . . . .	<b>212</b>
9.1. Создание файлов спецификаций . . . . .	212
9.2. Подключение сборочного чертежа . . . . .	216
9.3. Подключение позиционных линий-выносок .	218
9.4. Просмотр состава объектов спецификации .	221
9.5. Подключение рабочих чертежей . . . . .	222
9.6. Просмотр и редактирование подключенных документов. . . . .	225
9.7. Создание раздела Документация . . . . .	226
9.8. Оформление основной надписи. . . . .	229
9.9. Завершение создания комплекта документов. . . . .	229

**Урок № 10.**

<b>Сборки на основе Компоновочной геометрии</b>	<b>232</b>
10.1. Создание Компоновочной геометрии . . . . .	233
10.1.1. Допущения . . . . .	235
10.1.2. Создание кинематической схемы . . . . .	235
10.1.3. Проверка кинематической схемы . . . . .	239
10.1.4. Геометрия детали Штифт . . . . .	241
10.1.5. Геометрия деталей Рычаг и Ползун . . . . .	244
10.1.6. Определение габаритов изделия. . . . .	245
10.1.7. Геометрия детали Направляющая. . . . .	246
10.1.8. Геометрия деталей Ось шарнира и Рукоятка . . . . .	253
10.1.9. Создание локальных систем координат движущихся компонентов. . . . .	256
10.1.10. Окончательная проверка Компоновочной геометрии . .	258
10.2. Определение структуры изделия и методов проектирования компонентов . . .	261
10.3. Разделение изделия на составные части. Создание коллекций . . . . .	265
10.4. Проектирование компонентов . . . . .	269
10.4.1. Проектирование детали Направляющая. . . . .	269

10.4.2.	Проектирование сборочной единицы Шарнир . . . . .	279
10.4.3.	Проектирование детали Штифт . . . . .	289
10.4.4.	Проектирование детали Рукоятка. . . . .	295
10.5.	Создание финальной сборки изделия. . . . .	297
10.5.1.	Добавление детали Штифт . . . . .	300
10.5.2.	Добавление сборочной единицы Шарнир . . . . .	302
10.5.3.	Добавление детали Направляющая . . . . .	304
10.5.4.	Добавление детали Рукоятка и стандартного изделия Ось . . . . .	304
10.5.5.	Проектирование детали Ось штифта . . . . .	305
10.5.6.	Проверка работы механизма. . . . .	308
10.5.7.	Редактирование детали Направляющая. . . . .	309

## **Урок № 11.**

### **Построение тел вращения . . . . . 312**

11.1.	Создание эскиза и построение тела вращения . . . . .	313
11.2.	Создание центровых отверстий . . . . .	315
11.3.	Создание канавок . . . . .	320
11.4.	Создание шпоночного паза . . . . .	322

## **Урок № 12.**

### **Кинематические элементы и пространственные кривые . . . . . 326**

12.1.	Создание и сохранение сборки . . . . .	327
12.2.	Создание детали Труба . . . . .	328
12.3.	Пространственные ломаные. . . . .	329
12.4.	Редактирование ломаной . . . . .	333
12.5.	Создание эскиза сечения . . . . .	337
12.6.	Создание кинематического элемента . . . . .	339
12.7.	Зеркальное отражение тела . . . . .	340
12.8.	Создание детали Сиденье. . . . .	343
12.9.	Создание второй Трубы . . . . .	350

12.10. Создание чертежа . . . . .	358
12.11. Спецификация на листе чертежа . . . . .	361

### **Урок № 13.**

#### **Построение элементов по сечениям . . . . . 364**

13.1. Создание смещенных плоскостей . . . . .	364
13.2. Создание эскиза сечений . . . . .	366
13.3. Использование буфера обмена . . . . .	368
13.4. Создание эскизов сечений . . . . .	371
13.5. Создание основания. Элемент по сечениям .	372
13.6. Построение паза. Библиотека эскизов . . . . .	373
13.7. Элемент по сечениям с осевой линией . . . . .	377
13.8. Добавление третьего элемента . . . . .	383
13.9. Завершение построения модели . . . . .	386

### **Урок № 14.**

#### **Моделирование листовых деталей . . . . . 388**

14.1. Листовое тело и листовая деталь. . . . .	389
14.2. Предварительная настройка листового тела.	390
14.3. Создание листового тела . . . . .	391
14.4. Сгибы по эскизу. . . . .	392
14.5. Сгибы по ребру. Смещение, размещение, освобождение сгибов . . . . .	395
14.6. Сгибы в подсечках. . . . .	398
14.7. Управление углом сгибов . . . . .	401
14.8. Добавление сгибов с отступами. . . . .	403
14.9. Управление боковыми сторонами сгибов . . .	405
14.10. Построение вырезов. Плоская параметрическая симметрия . . . . .	407
14.11. Создание штамповок. . . . .	411

14.12. Создание буртиков . . . . .	413
14.13. Создание жалюзи . . . . .	414
14.14. Создание пазов для крепления . . . . .	416
14.15. Отображение детали в развернутом виде . . .	418
14.16. Создание чертежа с развернутым видом . . .	419

## **Урок № 15.**

### **Моделирование поверхностей . . . . . 422**

15.1. Планирование детали . . . . .	423
15.2. Компановочные эскизы . . . . .	424
15.3. Поверхность по сечениям . . . . .	426
15.4. Поверхность выдавливания . . . . .	427
15.5. Сшивка поверхностей и усечение плоскостью . . . . .	428
15.6. Построение NURBS-кривой . . . . .	430
15.7. Построение второго эскиза . . . . .	434
15.8. Построение эскиза осевой линии . . . . .	435
15.9. Поверхность по сечениям с осевой линией .	437
15.10. Усечение поверхности поверхностью . . . . .	438
15.11. Трехмерные точки . . . . .	440
15.12. Построение осей и плоскостей . . . . .	443
15.13. Построение эскизов . . . . .	444
15.14. Усечение кривых . . . . .	447
15.15. Построение сплайна . . . . .	450
15.16. Поверхность по сети кривых . . . . .	452
15.17. Продление поверхности . . . . .	454
15.18. Усечение поверхностей . . . . .	456
15.19. Эквидистанта поверхности . . . . .	459
15.20. Продление поверхности характерными точками . . . . .	460

---

15.21. Удаление грани . . . . .	462
15.22. Сопряжение сплайнов с кривыми . . . . .	465
15.23. Сопряжение сплайна с поверхностью . . . . .	470
15.24. Построение направляющих поверхностей. . .	476
15.25. Сопряжение поверхностей . . . . .	478
15.26. Заплатки. . . . .	484
15.27. Скругление поверхностей . . . . .	485
15.28. Скругление с постоянной хордой. . . . .	487
15.29. Придание толщины . . . . .	488
15.30. Доработка твердотельной модели . . . . .	490
15.31. Расчет МЦХ детали . . . . .	491



## **Добро пожаловать в систему КОМПАС-3D**

В этом учебнике рассматриваются основные приемы трехмерного моделирования деталей и сборочных единиц в системе КОМПАС-3D с получением комплекта документов: сборочных чертежей, рабочих чертежей и спецификаций.

- ▼ Если вы не знакомы с основными принципами трехмерного моделирования, прочитайте раздел *Общие сведения* на с. 14.
- ▼ Если вы ранее не работали в системе КОМПАС-3D, начните с *Урока № 1. Твёрдотельное моделирование*.

---

<b>Урок № 1</b>	<b>Твёрдотельное моделирование, с. 30</b>
<b>Урок № 2</b>	<b>Создание рабочего чертежа, с. 88</b> <b>Создание сборок, с. 110</b>
<b>Урок № 3</b>	<b>Создание сборочной единицы, с. 114</b>
<b>Урок № 4</b>	<b>Создание сборки изделия, с. 126</b>
<b>Урок № 5</b>	<b>Создание компонента в контексте сборки, с. 140</b>
<b>Урок № 6</b>	<b>Добавление стандартных изделий, с. 160</b>
<b>Урок № 7</b>	<b>Создание сборочного чертежа, с. 182</b>
<b>Урок № 8</b>	<b>Создание чертежа изделия, с. 200</b>
<b>Урок № 9</b>	<b>Создание спецификаций, с. 212</b>
<b>Урок № 10</b>	<b>Сборки на основе Компоновочной геометрии, с. 232</b>
<b>Урок № 11</b>	<b>Построение тел вращения, с. 312</b>
<b>Урок № 12</b>	<b>Кинематические элементы и пространственные кривые, с. 326</b>
<b>Урок № 13</b>	<b>Построение элементов по сечениям, с. 364</b>
<b>Урок № 14</b>	<b>Моделирование листовых деталей, с. 388</b>
<b>Урок № 15</b>	<b>Моделирование поверхностей, с. 422</b>

---

Каждый урок содержит несколько упражнений. Описания действий для выполнения напечатаны крупным шрифтом, а допол-

нительная информация — определения, замечания, пояснения и другие полезные сведения по данной теме — более мелким шрифтом.

Если в тексте упоминается какая-либо кнопка, пиктограмма, курсор, то их изображения помещаются на внешнем поле абзаца.

Важные советы, замечания, подсказки или другие сведения, на которые следует обратить особое внимание, выделены горизонтальными линейками и отмечены значком .

## Общие сведения

В этом разделе приводятся самые общие сведения о моделировании в системе КОМПАС-3D, основные понятия и терминология

### В этом разделе рассматривается

- ▼ Основные элементы интерфейса.
- ▼ Общие принципы моделирования.
- ▼ Основные термины модели.
- ▼ Эскизы, контуры и операции.



Если вы знакомы с основами трехмерного моделирования, этот раздел можно пропустить.

## Основные элементы интерфейса

КОМПАС-3D — это программа для операционной системы Windows. Поэтому ее окно имеет те же элементы управления, что и другие Windows-приложения.

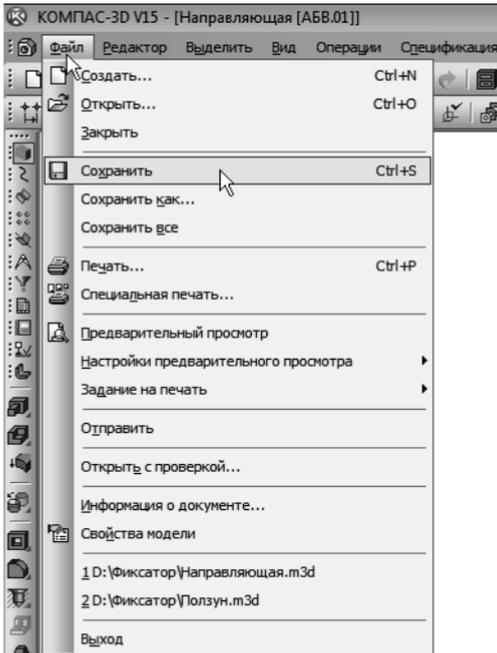
### Главное окно системы



## Заголовок программного окна и Главное меню

**Заголовок** расположен в самой верхней части окна. В нем отображается название программы, номер ее версии и имя текущего документа.

**Главное меню** расположено в верхней части программного окна, сразу под заголовком. В нем находятся все основные меню системы. В каждом из меню хранятся связанные с ним команды.



В этом учебнике под такими фразами, как «Вызовите команду **Файл — Создать**», следует понимать выполнение последовательности действий: откройте меню **Файл** и вызовите из него команду **Создать**.

## Стандартная панель

**Стандартная панель** расположена в верхней части окна системы под **Главным меню**. На этой панели расположены кнопки вызова стандартных команд операций с файлами и объектами.



## Панель Вид

На панели **Вид** расположены кнопки, которые позволяют управлять изображением: менять масштаб, перемещать и вращать изображение, изменять форму представления модели.



### Панель Текущее состояние

Панель **Текущее состояние** находится в верхней части окна сразу над окном документа. Состав панели различен для разных режимов работы системы. Например, в режимах работы с чертежом, эскизом или фрагментом на ней расположены средства управления курсором, слоями, привязками и т.д.



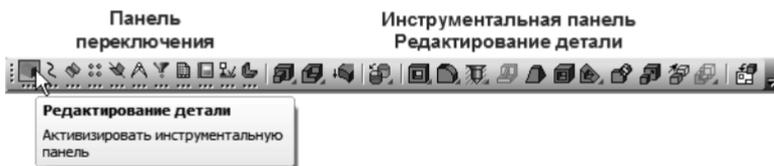
### Панель Режимы

На панели **Режимы** расположены кнопки включения/отключения специальных режимов работы с документами. Набор режимов зависит от типа текущего документа. На рисунке панель показана в режиме работы со сборкой.



### Компактная панель

**Компактная панель** находится в левой части окна системы и состоит из Панели переключения и инструментальных панелей. Каждой кнопке на Панели переключения соответствует одноименная инструментальная панель. Инструментальные панели содержат набор кнопок, сгруппированных по функциональному признаку. Состав панели зависит от типа активного документа.



В этом учебнике Компактная панель для удобства показана в горизонтальном положении.

### Расширенные панели команд

Кнопки вызова команд сгруппированы по назначению и представлены на инструментальной панели кнопкой одной команды из группы. При нажатии кнопки команды и удержании ее в нажатом состоянии рядом с кнопкой появляется расширенная панель, включающая в себя все команды данной группы. Кнопки, позволяющие вызвать расширенную панель команд,

отмечены маленьким черным треугольником в правом нижнем углу.

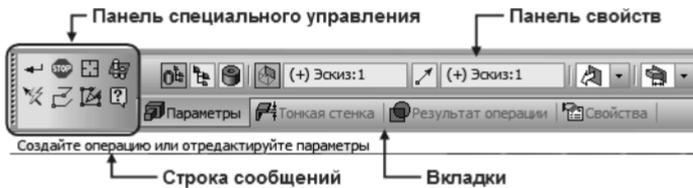


Кнопка команды, вызванная с расширенной панели, заменяет исходную и остается на инструментальной панели до тех пор, пока, в свою очередь, не будет заменена следующей. Эта ситуация сохранится и при следующих запусках системы. Старайтесь запоминать состав кнопок на расширенных панелях команд.

### Панель свойств, Панель специального управления и Строка сообщений

**Панель свойств** служит для управления процессом выполнения команды. На ней расположены одна или несколько вкладок и **Панель специального управления**.

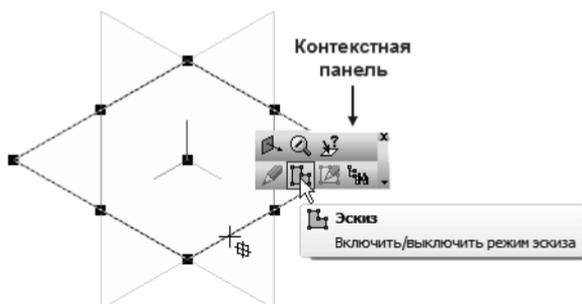
**Строка сообщений** располагается в нижней части программного окна. В ней появляются различные сообщения и запросы системы. Это может быть: краткая информация о том элементе экрана, к которому подведен курсор; сообщение о том, ввода каких данных ожидает система в данный момент; краткая информация по текущему действию, выполняемому системой.



Внимательно следите за состоянием Строки сообщений. Это поможет правильно реагировать на запросы и сообщения системы и избежать ошибок при выполнении построений.

### Контекстная панель

**Контекстная панель** отображается на экране при выделении объектов документа и содержит кнопки вызова наиболее часто используемых команд редактирования. Набор команд на панели зависит от типа выделенного объекта и типа документа.



## Контекстное меню

**Контекстное меню** — меню, состав команд в котором зависит от совершаемого пользователем действия. В нем находятся те команды, выполнение которых возможно в данный момент. Вызов контекстного меню осуществляется щелчком правой кнопки мыши на поле документа, элементе модели или интерфейса системы в любой момент работы.



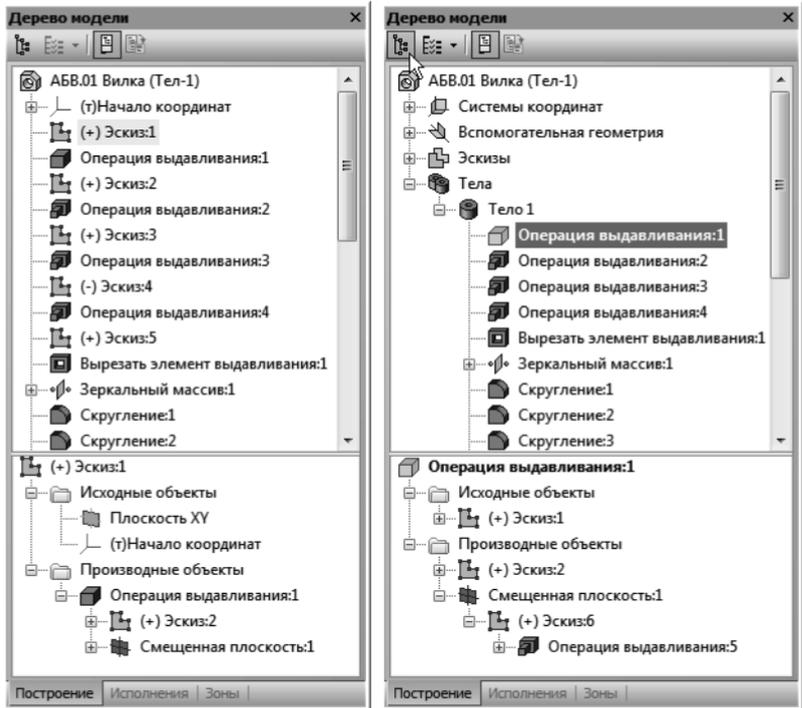
## Дерево модели

**Дерево модели** — это графическое представление набора объектов, составляющих модель. Корневой объект Дерева — сама модель, т.е. деталь или сборка. Пиктограммы объектов автоматически возникают в Дереве модели сразу после создания этих объектов в модели. В окне Дерева отображается либо последовательность построения модели (слева), либо ее структура (справа). Способом представления информации можно

управлять с помощью кнопки **Отображение структуры модели** на Панели управления Деревя модели.



В нижней части Деревя модели расположены вкладки, предназначенные для управления построениями, исполнениями и зонами.

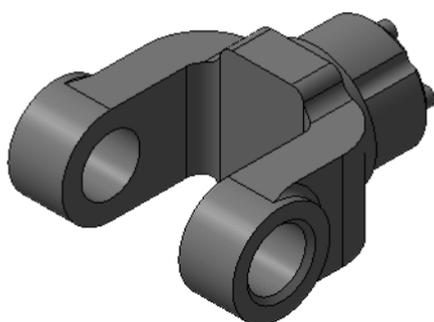


## Общие принципы моделирования

В системе КОМПАС-3D трехмерную модель можно построить с использованием различных технологий и методик. Их совместное использование позволяет решать самые разнообразные конструкторские задачи.

### Твердотельное моделирование

Построение трехмерной твердотельной модели заключается в последовательном выполнении операций объединения, вычитания и пересечения над простыми объемными элементами (призмы, цилиндры, пирамиды и т.д.), из которых и состоит большинство механических деталей. Многократно выполняя эти простые операции над различными объемными элементами, можно построить сложную модель. Пример построения твердотельной модели рассматривается в *Уроке № 1 на с. 30.*



### **Моделирование поверхностей**

Технология поверхностного моделирования позволяет создавать изделия сложной формы. Поверхности можно создавать разными способами. Одни участки поверхностей могут быть построены выдавливанием, вращением и другими операциями, другие — представлять собой линейчатые поверхности, поверхности соединения, поверхности по сети кривых и т.д. В процессе построения поверхности сопрягаются друг с другом и сшиваются, образуя единую сложную поверхность. Пример построения поверхностной модели рассматривается в Уроке № 15 на с. 422.



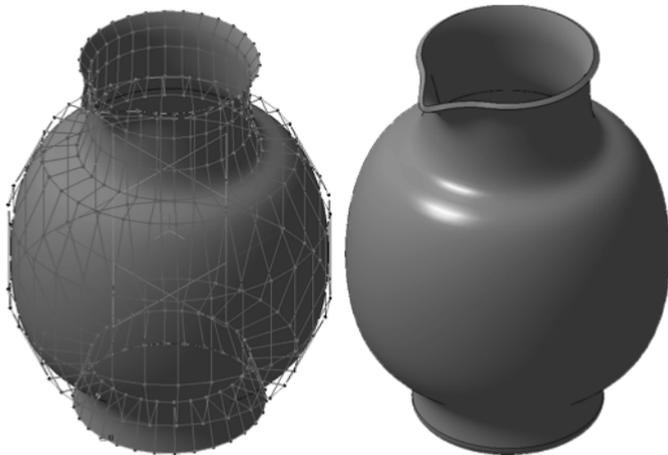
### **Гибридное моделирование**

Поверхностной модели можно придать толщину, превратив ее в твердотельную модель. В таком случае принято говорить о гибридном моделировании.



### Сплайновые поверхности

В КОМПАС-3D можно создавать не только классические поверхности, но и поверхности свободной формы. Для этого грани твердых тел или поверхностей следует преобразовать в сплайновую поверхность. При этом на грань автоматически накладывается сетка изопараметрических кривых. Сетка образована рядами точек — полюсов. Форма сплайновой поверхности определяется расположением полюсов в пространстве. Поверхности, построенные по полюсам, обладают свойством локальной деформации: при изменении положения одного полюса меняется форма только части поверхности вблизи этого полюса, а не вся поверхность. Это дает возможность произвольно изменять форму грани, перемещая различными способами отдельные полюсы, ряды полюсов и их комбинации. Этот метод позволяет упростить создание изделий со сложной формой. Вместо создания новых поверхностей, построения между этими поверхностями плавных сопряжений с последующей сшивкой, можно просто изменить форму существующей поверхности, перемещая ее полюсы. Управление сплайновыми поверхностями напоминает работу скульптора, работающего с пластичным материалом.

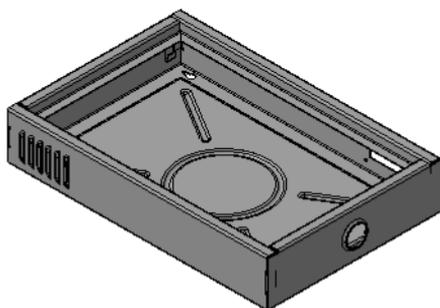


## Прямое вариационное моделирование

Технология вариационного прямого моделирования позволяет модифицировать любую, в том числе импортированную из другой САД-системы, трехмерную модель без истории построения так же просто и гибко, как и модель, изначально спроектированную в КОМПАС-3D и имеющую информацию о способах и последовательности создания ее объектов (историю построения). Особенностью этой функциональности является возможность комбинировать моделирование на основе истории построения и вариационное прямое моделирование. Вносить изменения в деталь без истории построения можно посредством геометрических и размерных ограничений: Параллельность, Перпендикулярность, Совпадение), Касание, Концентричность, Фиксация.

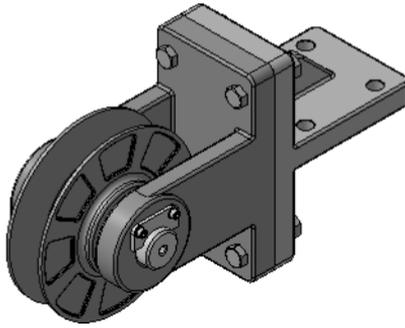
## Моделирование листовых деталей

Особый вид моделирования представляют детали, изготавливаемые методом гибки из стального листа. Они создаются как твердые тела с помощью специальных команд для работы с листовыми деталями. Пример построения листовой детали рассматривается в *Уроке № 14 на с. 388*.



## Проектирование изделий

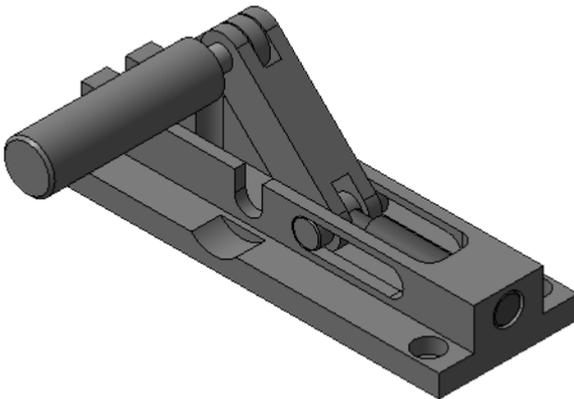
Трехмерные сборки узлов и изделий представляют собой модели, включающие в себя детали, под сборки и стандартные изделия. Сборки можно создавать способами «снизу вверх» и «сверху вниз». В первом случае вначале создаются отдельные детали. Готовые детали объединяются в под сборки. Из деталей и подборок собирается финальная сборка изделия. Компоненты сборок позиционируются друг относительно друга с помощью сопряжений. Во-втором случае компоненты сразу создаются в нужном месте в контексте сборки. Пример создания сборочной модели показан в *Уроках №№ 3–6*.



Каждый из двух упомянутых способов предполагает использование нескольких методик. Их описание можно найти в **Приложении VII. Методики проектирования сборок. Коллективная работа** справочной системы КОМПАС-3D.

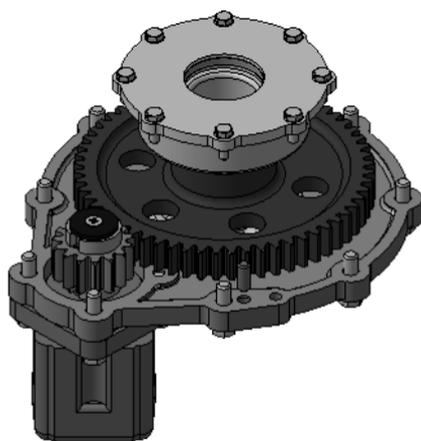


Для коллективного проектирования сложных изделий в системе КОМПАС-3D предпочтительно использовать методику проектирования **Сверху вниз на основе компоновочной геометрии**. Основная особенность методики состоит в использовании компоновочной геометрии, которая определяет конструкцию, взаимное положение и взаимодействие компонентов изделия. Методика поддерживает общепринятую последовательность проектирования: эскизный проект — разделение изделия на составные части — детальная проработка компонентов — создание финальной сборки. Кроме того, методика обеспечивает коллективную работу над проектом — каждый исполнитель работает с отдельной копией объектов компоновочной геометрии, относящихся к конкретному узлу. Это устраняет конфликты совместного доступа к файлам и обеспечивает параллельное проектирование. Пример использования методики показан в *Уроке 10 на с. 232*.



## Библиотеки и справочники

Дополнительные внешние модули (библиотеки) подключаются к системе по мере необходимости и обеспечивают решение прикладных задач — доступ к стандартным изделиям и типовым конструктивным элементам, работа с материалами, расчет и построение механических передач, анимация механизмов, построение трубопроводов, проектирование металлоконструкций и т.д.



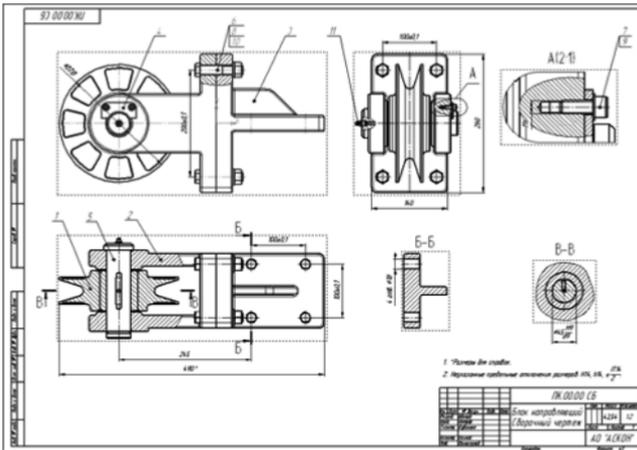
В этом учебнике показана работа с двумя основными библиотеками: *Библиотека Стандартные Изделия* и *Библиотека Материалы и Сортаменты*.

## Создание комплекта конструкторской документации

Сборочные и рабочие чертежи создаются с помощью модуля плоского черчения КОМПАС-График на основе спроектированных трехмерных моделей. При этом отпадает необходимость в ручном черчении — виды, разрезы и сечения создаются автоматически. Все изменения, выполненные в модели, отображаются на чертеже.

Комплект спецификаций можно получить с помощью модуля проектирования спецификаций. Между документами комплекта могут быть сформированы связи, за счет которых изменения, внесенные в один документ, будут автоматически передаваться в другие документы. Например, обозначение и наименование детали из ее трехмерной модели можно автоматически передавать в основную надпись чертежа и в спецификацию.

Примеры создания комплекта конструкторских документов показаны в *Уроках №№ 2, 8, 9*.



№	Обозначение	Наименование	З	Примечание
1	ПК.00.00.00	Блок направляющий		
2	ПК.01.00	Ролик	1	
3	ПК.02.00	Втулка	1	
4	ПК.03.00	Пружина	1	
5	ПК.04.00	Шпindel	1	
6	ПК.05.00	Шпindel	4	
7	ПК.06.00	Шпindel	2	
8	ПК.07.00	Шпindel	4	
9	ПК.08.00	Шпindel	2	
10	ПК.09.00	Шпindel	4	
11	ПК.10.00	Шпindel	1	

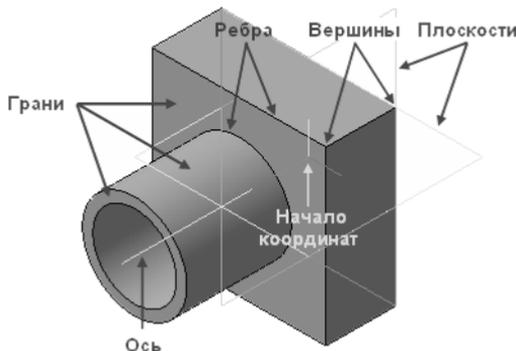
ПК.00.00  
Блок направляющий  
АД "АСКОН"

№	Обозначение	Наименование	З	Примечание
1	ПК.01.00	Ролик	1	
2	ПК.02.00	Втулка	1	

ПК.01.00  
Ролик  
АД "АСКОН"

## Основные термины модели

Трехмерная твердотельная модель состоит из отдельных объемных элементов, которые образуют в ней грани, ребра и вершины.



Трехмерная поверхностная модель состоит из отдельных поверхностей разных типов, которые также образуют в ней грани, ребра и вершины.



**Грань** — гладкая (необязательно плоская) часть поверхности детали. Гладкая поверхность детали может состоять из нескольких граней.

**Ребро** — прямая или кривая, разделяющая две смежные грани.

**Вершина** — точка на конце ребра.

Кроме того, в модели обычно присутствуют разнообразные дополнительные элементы: символы начала систем координат, системные и вспомогательные плоскости, оси, пространственные кривые, точки, размеры, обозначения и т.д.

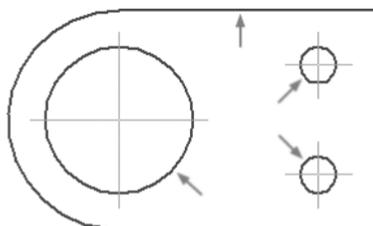
## Эскизы, контуры и операции

Для создания объемных элементов и самых простых поверхностей используется перемещение плоских фигур в пространстве. Плоская фигура, в результате перемещения которой образуется объемное тело или поверхность, называется **эскизом**, а само перемещение — **операцией**.

### Эскизы

Эскиз может располагаться на одной из стандартных плоскостей проекций, на плоской грани созданного ранее элемента (или поверхности) или на вспомогательной плоскости. Эскизы создаются средствами модуля плоского черчения и состоят из одного или нескольких контуров.

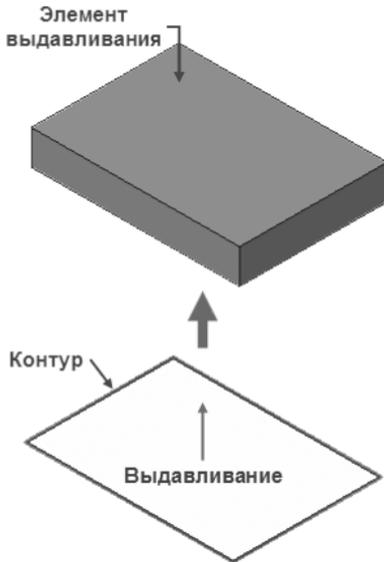
**Контур** — одно из основных понятий при описании эскиза. При построении эскиза под контуром понимается графический объект (отрезок, дуга, сплайн, прямоугольник и т.д.) или совокупность последовательно соединенных графических объектов. Например, в таком эскизе — 4 контура.



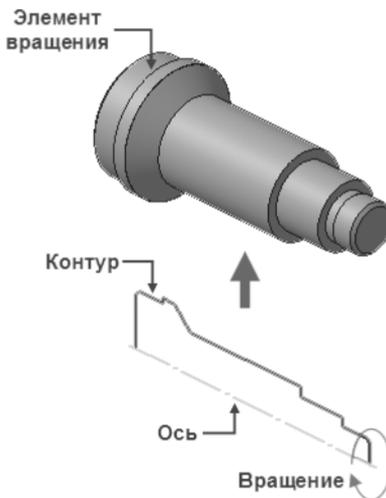
## Операции

Система КОМПАС-3D располагает разнообразными операциями для построения объемных элементов и поверхностей, четыре из которых считаются базовыми.

**Операция выдавливания** — выдавливание эскиза перпендикулярно его плоскости.



**Операция вращения** — вращение эскиза вокруг оси, лежащей в его плоскости.

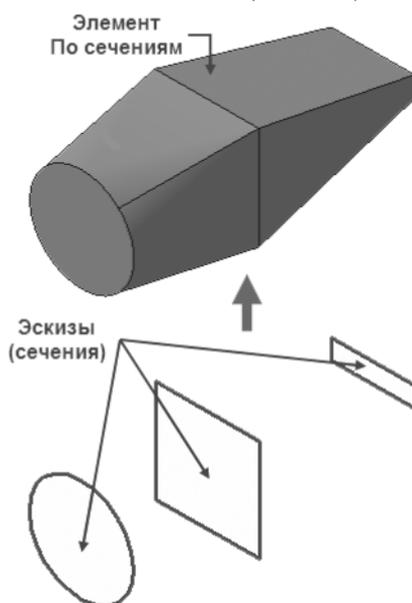


Эскиз тела вращения состоит из одного или нескольких контуров со стилем линии **Основная** и оси вращения в виде отрезка со стилем линии **Осевая**. Ни один из контуров не должен пересекать ось вращения или ее продолжение.

**Кинематическая операция** — перемещение эскиза вдоль направляющей.

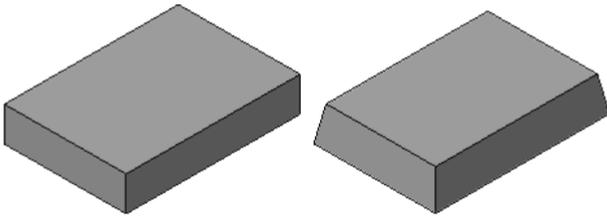


**Операция по сечениям** — построение объемного элемента или плоскости по нескольким эскизам (сечениям).

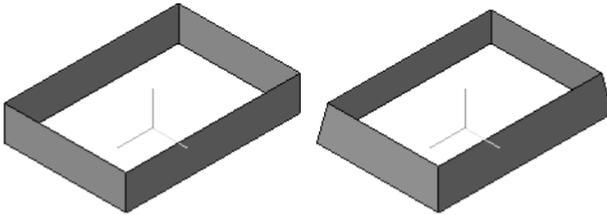


Для четырех базовых операций, добавляющих материал к твердотельной модели, существуют аналогичные операции, вычитающие материал.

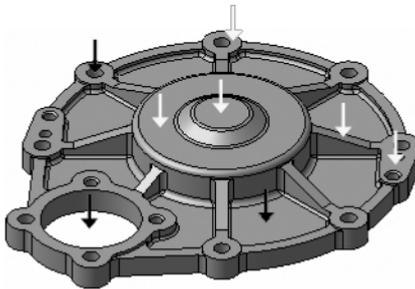
Операции имеют дополнительные возможности (опции), которые позволяют изменять или уточнять правила построения объемного элемента. Например, если в операции выдавливания прямоугольника дополнительно задать величину и направление уклона, то вместо призмы будет построена усеченная пирамида.



Такие же опции доступны при создании простых поверхностей.



Создание трехмерной твердотельной модели заключается в многократном добавлении или вычитании объемов. Примерами добавления объема могут быть различные бобышки, выступы, ребра (белые стрелки), а примерами вычитания объема — отверстия, проточки, канавки, пазы (черные стрелки).



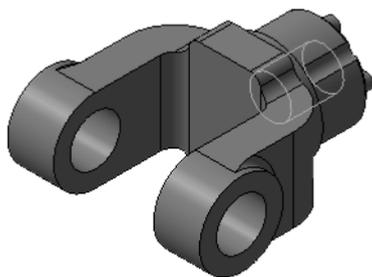
При создании трехмерных поверхностных моделей, кроме упомянутых выше четырех простых типов поверхностей, можно использовать более сложные типы поверхностей: линейчатые, поверхности по сети кривых, по сети точек и т.д. Дополнительные команды позволяют изменять построенные поверхности или создавать на основе существующих поверхностей новые: продлевать и усекать поверхности, строить эквидистанты к поверхностям и т.д.



# Урок № 1.

## Твердотельное моделирование

В этом уроке описывается процесс создания детали *Вилка*.



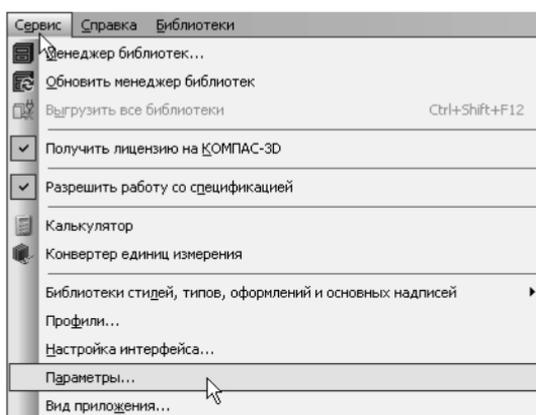
### В этом уроке рассматривается

- ▼ Предварительная настройка системы.
- ▼ Создание файла детали.
- ▼ Определение свойств детали.
- ▼ Сохранение файла модели.
- ▼ Создание основания детали. Привязки.
- ▼ Добавление материала к основанию.
- ▼ Редактирование эскизов и операций.
- ▼ Создание правой проушины.
- ▼ Добавление бобышки.
- ▼ Добавление сквозного отверстия.
- ▼ Создание зеркального массива.
- ▼ Добавление скруглений.
- ▼ Изменение отображения модели.
- ▼ Скругление ребер основания.
- ▼ Вращение модели мышью.
- ▼ Создание конструктивной плоскости.
- ▼ Выдавливание до ближайшей поверхности.
- ▼ Использование характерных точек.
- ▼ Добавление глухого отверстия.
- ▼ Использование переменных и выражений.
- ▼ Создание массива по концентрической сетке.
- ▼ Создание канавки.
- ▼ Добавление фасок.
- ▼ Создание массива канавок.
- ▼ Скругление по касательным ребрам.
- ▼ Рассечение детали. Исключение из расчета.
- ▼ Расчет МЦХ детали.

## 1.1. Предварительная настройка системы

Операционная система хранит документы на носителях данных в виде файлов. Любой файл должен иметь имя. Обычно имя файла задает пользователь. Для документов КОМПАС в качестве имен файлов удобно использовать сочетание **Обозначение — Наименование модели**. Эти данные конструктор может записать непосредственно в файл трехмерной модели. Затем эти данные автоматически передаются в чертежи и спецификации. Кроме того, система может автоматически составить из них имя файла. Для этого нужно выполнить настройку.

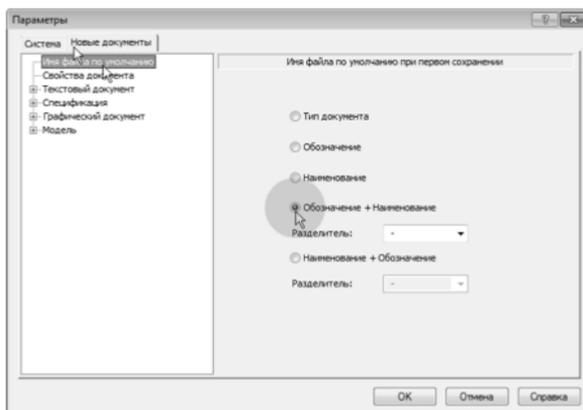
### ▼ Вызовите команду **Сервис — Параметры**.



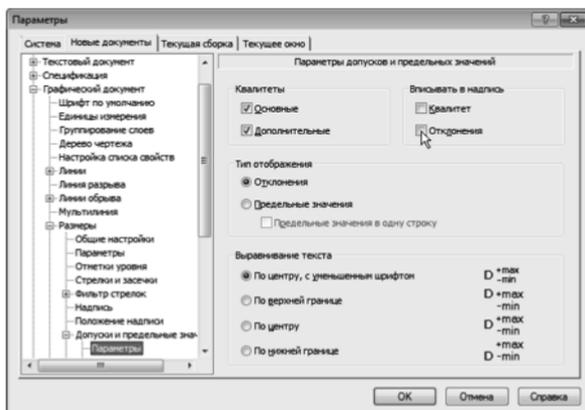
### ▼ В окне **Параметры** откройте вкладку **Новые документы**.

### ▼ В Дереве настройки укажите «ветвь» *Имя файла по умолчанию*.

### ▼ В правой части окна включите опцию **Обозначение + Наименование**.

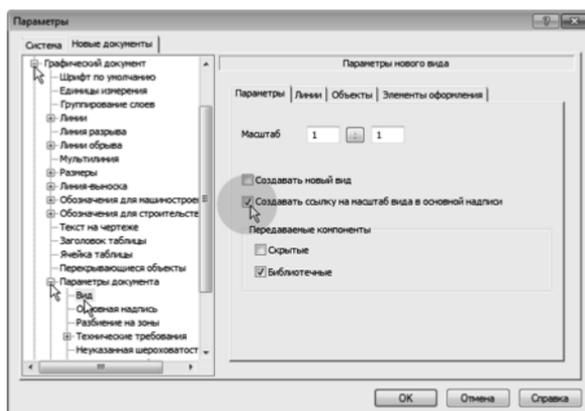


- ▼ Откройте «ветви» *Графический документ — Размеры — Допуски и предельные значения — Параметры*.
- ▼ Отключите опцию **Отклонения** в группе **Вписывать в надпись**.



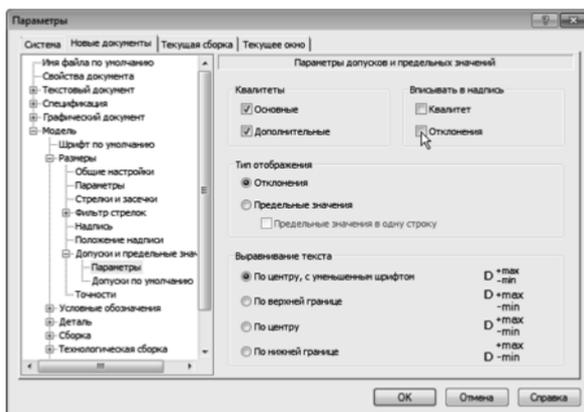
Графа *Масштаб* основной надписи графических документов (чертежей) по умолчанию содержит значение масштаба — 1:1. Его можно изменить, вручную отредактировав текст в ячейке или сделав в основной надписи ссылку на масштаб нужного вида. Можно настроить систему таким образом, чтобы графа *Масштаб* основной надписи заполнялась автоматически.

- ▼ Откройте «ветви» *Графический документ — Параметры документа — Вид*.
- ▼ Включите опцию **Создавать ссылку на масштаб** в **основной надписи**.



- ▼ Откройте «ветви» *Модель — Размеры — Допуски и предельные значения — Параметры*.

- ▼ Отключите опцию **Отклонения** в группе **Вписывать в надпись**.
- ▼ Нажмите кнопку **ОК**.



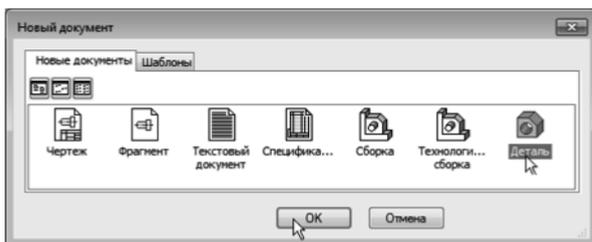
## 1.2. Создание файла детали

Если вы используете сетевой ключ аппаратной защиты, перед началом работы необходимо получить лицензию на работу с КОМПАС-3D, записанную в памяти ключа. Для этого вызовите команду **Сервис — Получить лицензию на КОМПАС-3D**.

- ▼ Для создания новой детали вызовите команду **Файл — Создать** или нажмите кнопку **Создать** на панели **Стандартная**.



- ▼ В окне **Новый документ** укажите тип создаваемого документа **Деталь** и нажмите кнопку **ОК**.

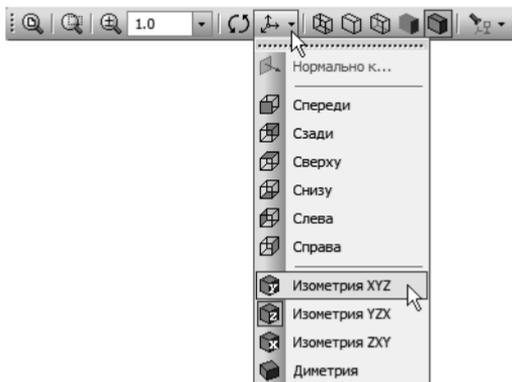


На экране появится окно новой детали.

## Выбор начальной ориентации модели



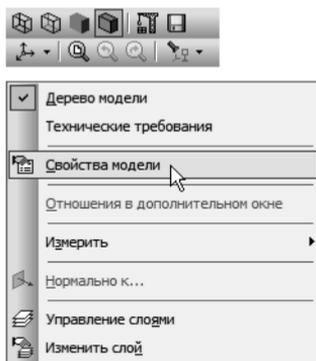
- ▼ На панели **Вид** нажмите кнопку списка справа от кнопки **Ориентация** и укажите вариант **Изометрия XYZ**.



Выбор начальной ориентации модели не оказывает влияния на ход ее моделирования и на ее свойства. От этого будет зависеть только ее ориентация в пространстве при выборе одной из стандартных ориентаций.

## 1.3. Определение свойств детали

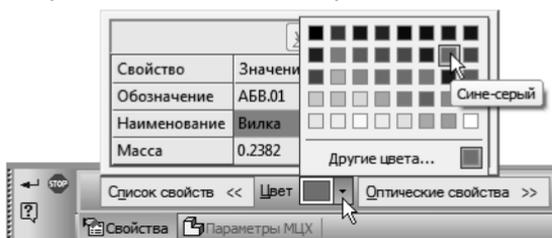
- ▼ Для входа в режим определения свойств детали щелкните правой кнопкой мыши в любом пустом месте окна модели. Из контекстного меню выполните команду **Свойства модели**.



### Ввод обозначения, наименования и выбор цвета детали

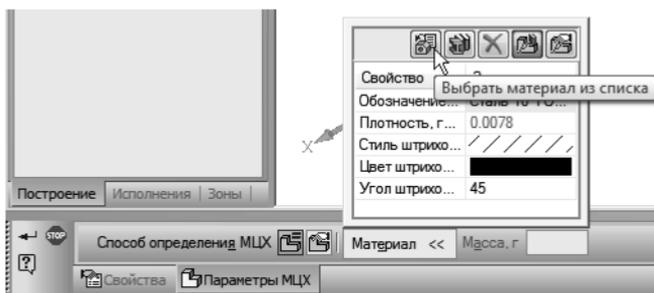
- ▼ На Панели свойств щелкните мышью в поле **Обозначение** и введите *АБВ.01*.

- ▼ В поле **Наименование** введите *Вилка*.
- ▼ Раскройте список **Цвет** и определите цвет детали.

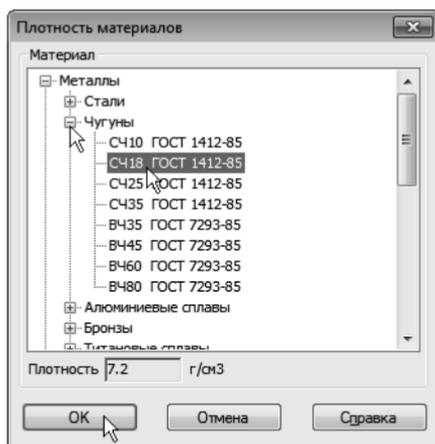


### Выбор материала из списка материалов

- ▼ Для определения материала, из которого изготовлена деталь, откройте вкладку **Параметры МЦХ**.
- ▼ На панели **Материал** нажмите кнопку **Выбрать материал из списка**.



- ▼ В окне **Плотность материалов** раскройте «ветвь» *Чугуны* и укажите марку материала.



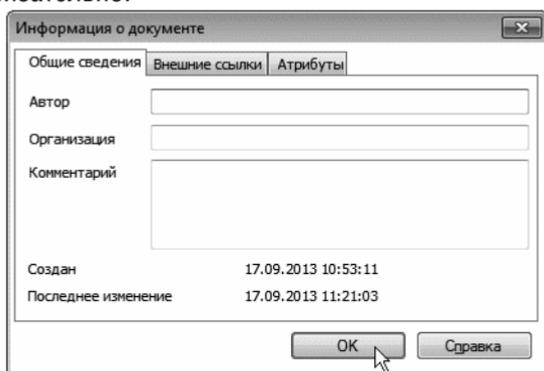
- ▼ Для выхода из режима определения свойств детали с сохранением данных нажмите кнопку **Создать объект** на Панели специального управления.

## 1.4. Сохранение файла модели

Обратите внимание на заголовок окна — в нем показано имя модели по умолчанию [**Деталь БЕЗ ИМЕНИ1**]. Новый документ нужно сохранить на носитель данных в определенную папку и присвоить ему имя.



- ▼ Нажмите кнопку **Сохранить** на панели **Стандартная**.
- ▼ Убедитесь, что поле **Имя файла** заполнено данными из свойств модели.
- ▼ Нажмите кнопку **Сохранить** — документ будет записан на диск.
- ▼ В окне **Информация о документе** просто нажмите кнопку **ОК**. Поля этого окна заполнять необязательно.



Обратите внимание на то, как изменились заголовок окна системы и закладка документа — теперь в них показано имя детали.



По умолчанию система сохраняет документы в папке *Мои документы*. Можно сделать рабочей любую другую папку на носителе данных, изменив настройку системы. Для хранения файлов, относящихся к конкретному проекту, следует создать в рабочем каталоге отдельную папку.

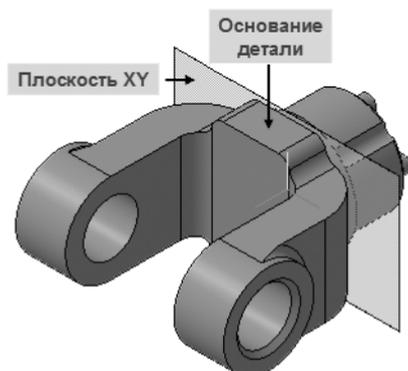
## 1.5. Создание основания детали. Привязки

Построение детали начинается с создания **основания**.

**Основание** — первый формообразующий элемент детали. В качестве основания можно использовать любой из базовых элементов: выдавливания, вращения, кинематический или по сечениям.

За основание детали чаще всего принимают тот ее элемент, к которому удобнее добавлять все прочие элементы. Часто такой подход повторяет технологический процесс изготовления детали.

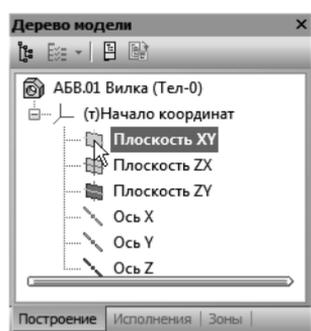
В детали *Вилка* за основание удобнее взять прямоугольную пластину со скругленными углами. Ее эскиз будет размещен на фронтальной плоскости.



Построение основания начинается с создания его плоского эскиза. Как правило, для построения эскиза основания выбирают одну из стандартных плоскостей проекций.

Выбор плоскости для построения эскиза основания не влияет на дальнейший порядок построения модели и ее свойства. От этого зависит положение детали в пространстве при выборе одной из стандартных ориентаций.

- ▼ В Дереве модели раскройте «ветвь» *Начало координат* щелчком на значке «+» слева от названия ветви и укажите *Плоскость XY* (фронтальная плоскость). Пиктограмма плоскости будет выделена цветом.





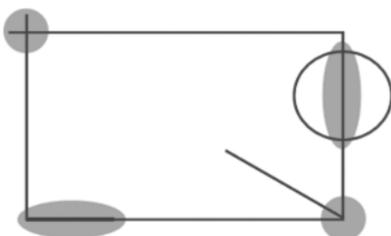
- ▼ Нажмите кнопку **Эскиз** на панели **Текущее состояние**. Система перейдет в режим редактирования эскиза, *Плоскость XY* станет параллельной экрану.

### Требования к эскизам

Изображение в эскизе должно подчиняться определенным правилам.

- ▼ Контур (см. с. 26) в эскизе всегда отображается стилем линии **Основная** (по умолчанию — синие линии).
- ▼ Контур в эскизе не должны пересекаться и не должны иметь общих точек.

Ниже показаны примеры ошибок, связанных с нарушением последнего условия.

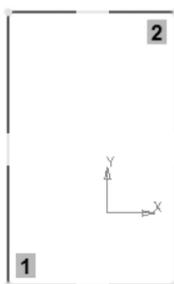


Кроме общих требований, существуют дополнительные требования, предъявляемые к эскизам конкретных операций.



- ▼ Нажмите кнопку **Прямоугольник** на панели **Геометрия**.

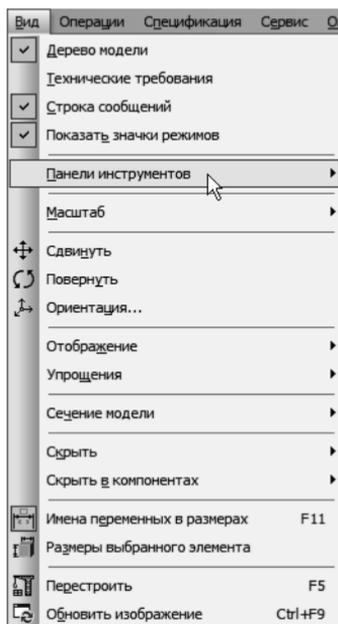
- ▼ Начертите небольшой прямоугольник так, чтобы точка начала координат эскиза оказалась внутри прямоугольника. Для построения достаточно указать две точки на любой из диагоналей.



### Использование привязок

**Привязки** — механизм, позволяющий точно задать положение курсора, выбрав условие его позиционирования (например, в ближайшей характерной точке объекта, в его середине, на пересечении двух объектов и т.д.). Управлять привязками удобно с помощью специальной панели **Глобальные привязки**.

- ▼ Вызовите команду **Вид — Панели инструментов**.



- ▼ В Меню панелей укажите **Глобальные привязки**. На экране появится панель **Глобальные привязки**.



- ▼ «Перетащите» панель мышью за заголовок на свободное место над окном документа.

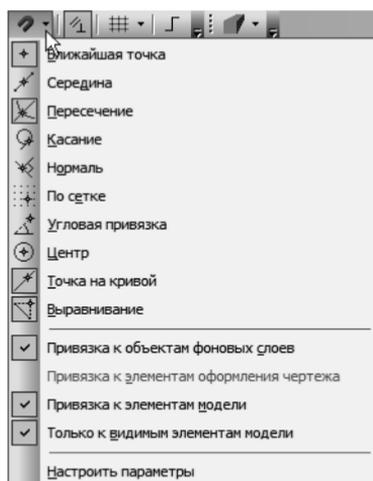


## Глобальные и локальные привязки

В КОМПАС-3D есть две группы привязок: **глобальные** и **локальные**.

**Глобальные привязки** выполняются во время черчения непрерывно. Просмотреть привязки, разрешить или запретить выполнение определенных из них, можно с помощью списка кнопки **Привязки** на панели **Текущее состояние**.



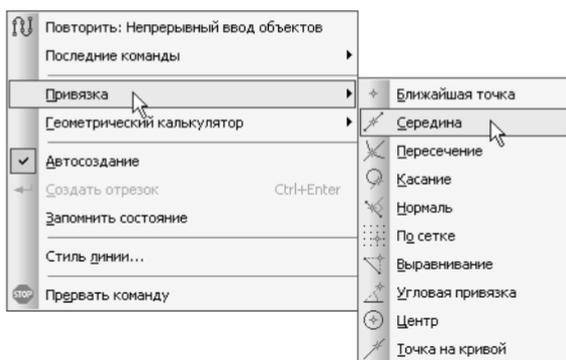


Нажатие самой кнопки **Привязки** позволяет отключать действие всех глобальных привязок, а затем включать их вновь в прежнем составе.

Кроме того, управлять глобальными привязками можно с помощью инструментальной панели **Глобальные привязки**.

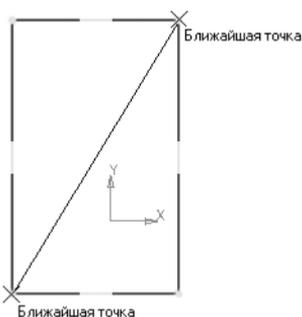


**Локальные привязки** выполняются во время черчения пользователем из контекстного меню, вызываемого щелчком правой кнопкой мыши. Их приоритет выше, чем приоритет глобальных привязок, и выполняются они лишь при указании одной (текущей) точки или геометрического объекта.



- ▼ Нажмите кнопку **Отрезок** на панели **Геометрия**.
- ▼ Постройте диагональ прямоугольника — с помощью привязки **Ближайшая точка** укажите две вершины прямоугольника. Для этого подведите курсор к вершине прямоугольника. На экране отобразится название привязки, а в указанной точке

появится значок, свидетельствующий о срабатывании привязки. Нажмите левую кнопку мыши — точка, отмеченная значком, будет зафиксирована. Аналогично укажите вторую вершину.



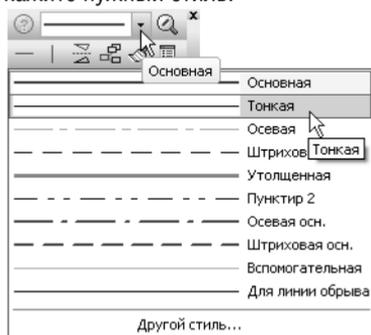
- ▼ Нажмите кнопку **Прервать команду** на Панели специального управления.
- ▼ Измените стиль линии диагонали с **Основная** (синяя линия) на **Тонкая** (черная линия) способом, о котором рассказано ниже.



### Изменение стиля геометрических объектов

Изменить стиль геометрического объекта или объектов, уже существующих в эскизе, можно разными способами. Самый простой заключается в следующем:

- ▼ Прекратите работу текущей команды щелчком на кнопке **Прервать команду** на Панели специального управления в левом нижнем углу экрана.
- ▼ Щелчком левой кнопки мыши выделите объект. Если нужно выделить несколько объектов, указывайте их при нажатой клавише *<Shift>* на клавиатуре.
- ▼ В появившейся Контекстной панели откройте список стилей линий и укажите нужный стиль.



- ▼ Щелчком левой кнопки мыши в любом пустом месте эскиза отмените выделение объекта.



Диагональ прямоугольника необходима для его правильного размещения в эскизе. В то же время, она не должна участвовать непосредственно в создании элемента — это будет нарушением одного из основных требований к эскизам. Изменение стиля линии решает эту проблему, так как при построении учитываются только основные (синие) линии.

▼ На панели **Глобальные привязки** отключите привязку **Выравнивание**, включите привязку **Угловая**.



▼ Нажмите кнопку **Параметризация** на Панели переключения, а затем кнопку **Объединить точки** на Расширенной панели команд параметризации точек.

▼ С помощью привязки **Ближайшая точка** укажите начало координат эскиза и среднюю точку на диагонали прямоугольника — центр прямоугольника переместится в точку начала координат.



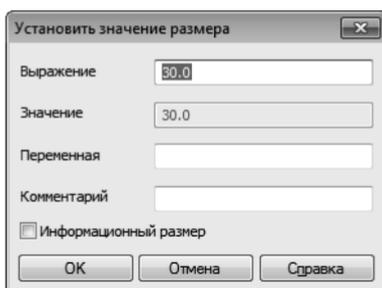
▼ Нажмите кнопку **Авторазмер** на инструментальной панели **Размеры**.



Авторазмер  
Авторазмер

▼ Укажите мишенью верхний горизонтальный отрезок, задайте положение размерной линии.

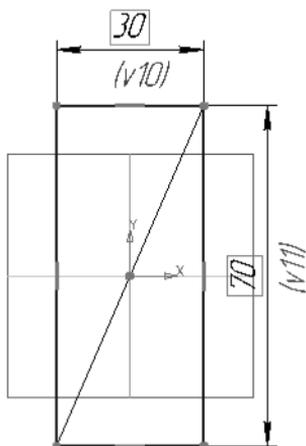
▼ В поле **Выражение** диалогового окна **Установить значение размера** введите значение **30 мм** и нажмите кнопку **ОК**.



- ▼ Постройте вертикальный размер и присвойте ему значение *70 мм*.

После простановки размеров геометрия эскиза меняется. Для устранения дефектов изображения служит кнопка **Обновить изображение**.

- ▼ Нажмите кнопку **Обновить изображение** на панели **Вид**.



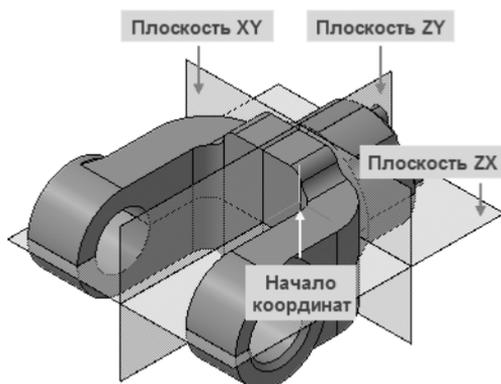
### Зачем в эскизе вспомогательная диагональ?

Деталь имеет продольную и горизонтальную симметрию, поэтому важно правильно расположить прямоугольник в эскизе.

Система позволяет создавать и поддерживать симметрию элементов относительно плоскостей. Стандартные плоскости проекций пересекаются в общей точке, которая в пространстве модели представлена символом начала координат модели. Проекция этой точки в текущем эскизе представлена фиксированной точкой — символом начала координат эскиза.

Необходимо добиться, чтобы центр прямоугольника всегда совпадал с началом координат эскиза. Тогда *Плоскость ZY* будет проходить через середину детали в продольном направ-

лени, а *Плоскость ZX* — в горизонтальном. Эти плоскости позднее можно использовать для построения симметричных элементов.



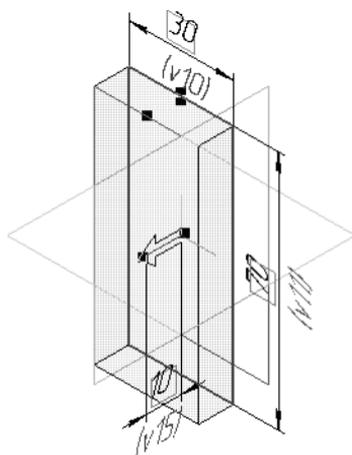
▼ Закройте эскиз. Для этого нажмите кнопку **Эскиз** еще раз.



▼ Нажмите кнопку **Операция выдавливания** на панели **Редактирование детали**.



На экране появится **фантом** трехмерного элемента — временное изображение, показывающее текущее состояние создаваемого объекта.



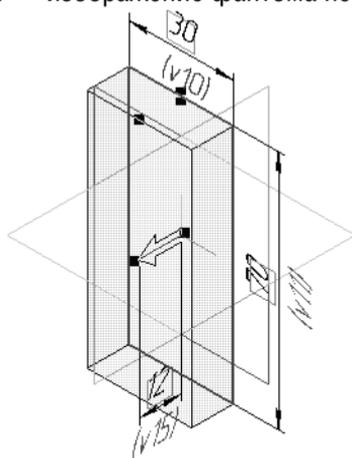
▼ Введите с клавиатуры число *12*. Значение попадет в поле **Расстояние 1** на Панели свойств. Это результат работы режима **Предопределенного ввода параметров**.



## Предопределенный ввод параметров

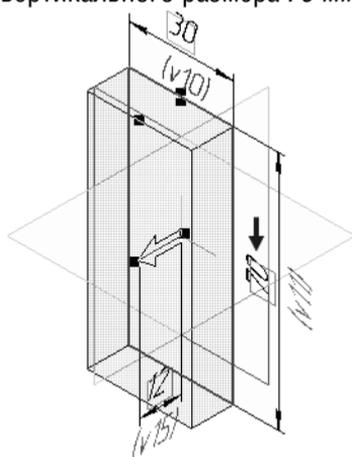
Порядок ввода параметров, не являющихся координатами точек (длина, угол, расстояние, наименование и т.п.), для различных объектов определен заранее и хранится в системе. Значение, введенное с клавиатуры во время создания или редактирования объекта, сразу воспринимается системой как значение предопределенного параметра и заносится в его поле. Чтобы зафиксировать значение и перейти к следующему предопределенному полю нужно нажать клавишу <Enter>. При указании точки или объекта в окне документа фиксация введенного значения и переход к следующему параметру происходят автоматически.

- ▼ Нажмите клавишу <Enter> для фиксации значения — изображение фантома перестроится.

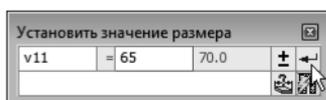


При создании и редактировании операций на фантоме элемента отображаются числовые параметры операций и размеры эскизов (если они созданы в эскизах) в виде линейных и угловых размеров. Для изменения значения параметра операции или размера эскиза можно изменить значение соответствующего размера двойным щелчком мыши на его значении.

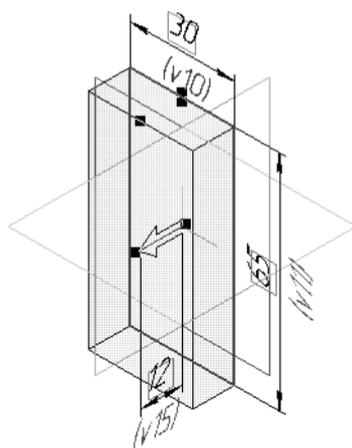
- ▼ Выполните двойной щелчок мышью на размерной надписи вертикального размера **70 мм**.



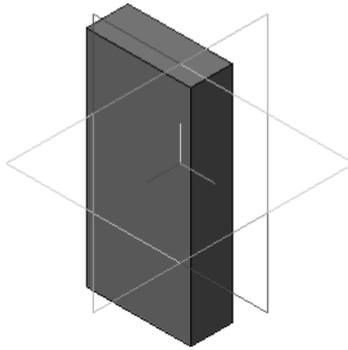
- ▼ В диалоге **Установить значение размера** введите новое значение **65 мм**.



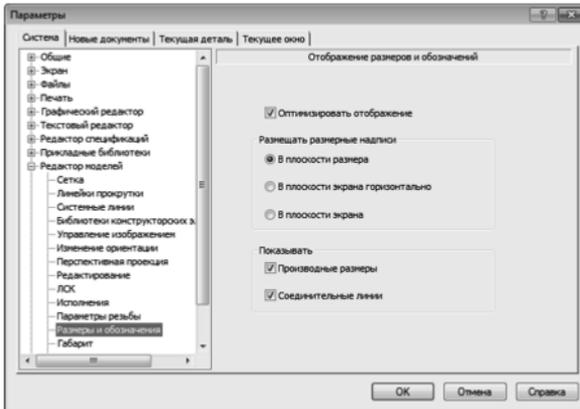
- ▼ Нажмите клавишу **<Enter>** на клавиатуре или кнопку **Создать объект** на инструментальной панели окна — изображение фантома объекта перестроится.



- ▼ Для окончательного создания объекта нажмите кнопку **Создать объект** на Панели специального управления — система построит основание детали.



Отображение на экране размеров и обозначений в модели настраивается в диалоге **Отображение размеров и обозначений**. Диалог появляется на экране после вызова команды **Сервис — Параметры — Система — Редактор моделей — Размеры и обозначения**.



## 1.6. Добавление материала к основанию

### Указание объектов в окне модели

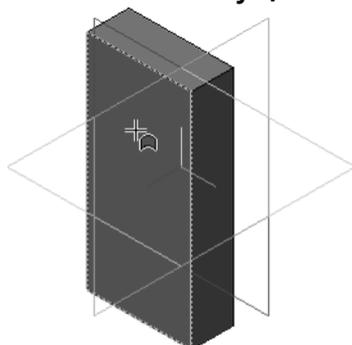
При указании вершин, ребер, осей, граней и плоскостей в окне модели происходит динамический поиск объектов: при прохождении курсора над объектом этот объект подсвечивается, а курсор меняет свой внешний вид.

Вид курсора	Выбор объекта
	<b>Вершина</b>
	<b>Ребро</b>
	<b>Грань или поверхность</b>

Вид курсора	Выбор объекта
	<b>Начало координат</b>
	<b>Ось</b>
	<b>Плоскость</b>
	<b>Пространственная кривая или ребро</b>



- ▼ Укажите переднюю грань основания и нажмите кнопку **Эскиз** на панели **Текущее состояние**.



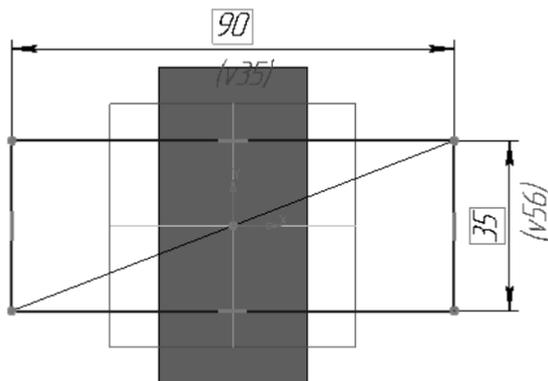
- ▼ Повторите те же построения, что и в эскизе основания. Не забудьте изменить стиль линии диагонали.



- Для изменения масштаба изображения поместите курсор приблизительно в центр масштабирования и вращайте колесо мыши.

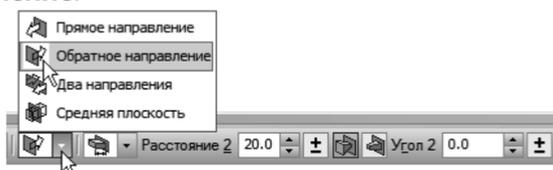


- ▼ Нажмите кнопку **Авторамер** и проставьте размеры, как это показано на рисунке.

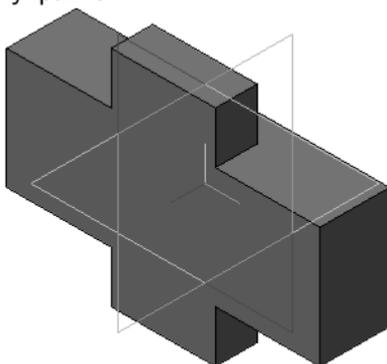


- Эскизы можно не закрывать. Если построение эскиза закончено — сразу нажимайте кнопку операции.

- ▼ Нажмите кнопку **Операция выдавливания** на панели **Редактирование детали**.
- ▼ На Панели свойств раскройте список **Направление** и укажите вариант **Обратное направление**.



- ▼ Введите число *20*. Значение попадет в поле **Расстояние 2** на Панели свойств.
- ▼ Нажмите клавишу *<Enter>* для фиксации значения.
- ▼ Нажмите кнопку **Создать объект** на Панели специального управления.



## 1.7. Редактирование эскизов и операций

### Редактирование эскизов

Можно отредактировать изображение в любом эскизе, например, чтобы исправить допущенную ошибку, изменить значение размера или отредактировать контур.

---

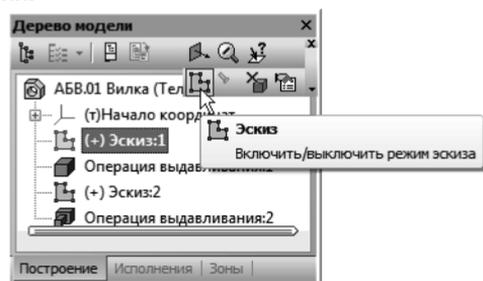
Если активна какая-либо команда, то перед редактированием эскиза или операции ее выполнение нужно прекратить щелчком на кнопке **Прервать команду**.

---

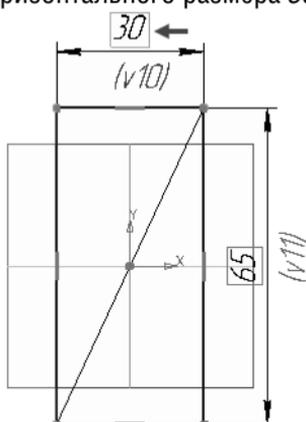


- ▼ В Дереве модели укажите *Эскиз:1*, который нужно отредактировать.

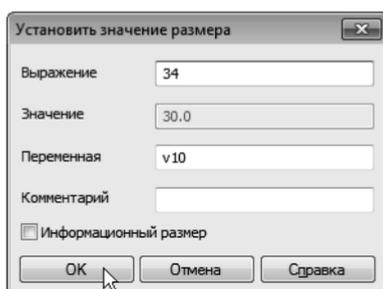
- ▼ На Контекстной панели нажмите кнопку **Эскиз** — изображение станет доступным для редактирования.



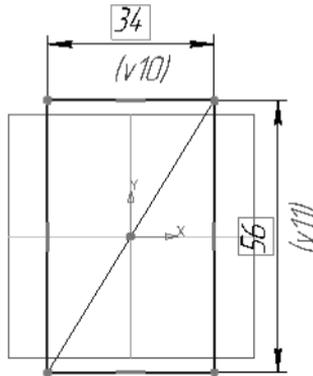
- ▼ Выполните двойной щелчок мышью на размерной надписи горизонтального размера *30 мм*.



- ▼ Введите новое значение размера *34 мм*.



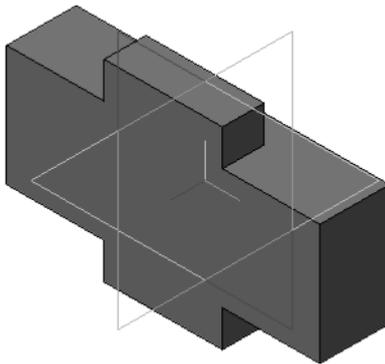
- ▼ Таким же образом задайте новое значение вертикального размера *56 мм*.



- ▼ Выйдите из режима редактирования эскиза. Для этого нажмите кнопку **Эскиз** на панели **Текущее состояние**.



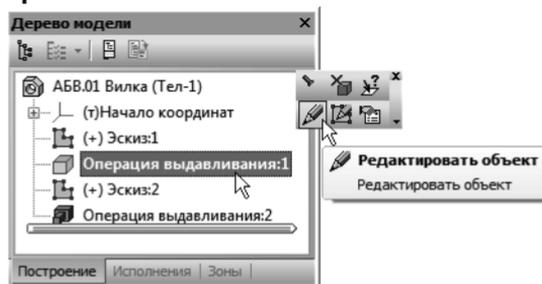
Формообразующий элемент и созданные на его основе элементы перестроятся в соответствии с новым начертанием контура в эскизе.



## Редактирование операций

Можно изменить параметры любой операции.

- ▼ В Дереве модели укажите *Операцию выдавливания:1*, которую нужно отредактировать.
- ▼ Выполните на Контекстной панели команду **Редактировать объект**.



На Панели свойств появятся те же поля и переключатели для задания параметров операции, что и при построении объекта.

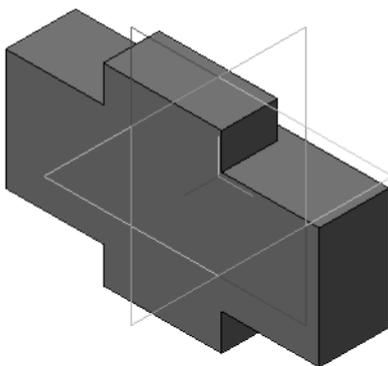
▼ В поле **Расстояние 1** на Панели свойств введите новое значение *16 мм*.

▼ Нажмите клавишу *<Enter>* для фиксации значения — изображение фантома перестроится.



▼ Выйдите из режима редактирования операции. Для этого нажмите кнопку **Создать объект** на Панели специального управления.

Модель будет перестроена в соответствии с новыми параметрами отредактированного объекта.



## Режим отображения размеров

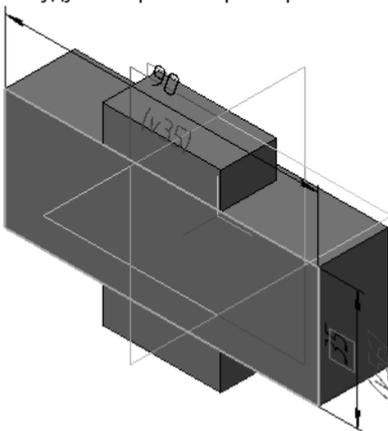
Размеры в эскизах и параметры операций можно изменять вне процесса их редактирования в *режиме отображения размеров*.



▼ Нажмите кнопку **Размеры выбранного элемента** на панели **Режимы**.

▼ В Дереве модели укажите *Эскиз:2*.

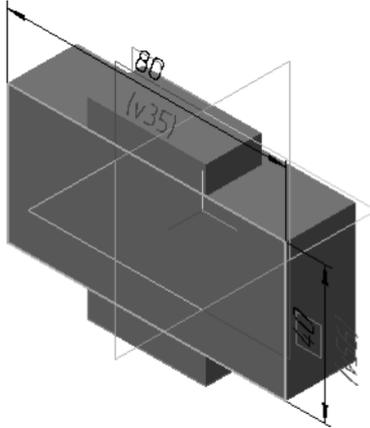
В окне модели будут отображены размеры эскиза.



- ▼ Выполните двойной щелчок мышью на размерной надписи горизонтального размера *90 мм*.
- ▼ Установите его новое значение *80 мм*.

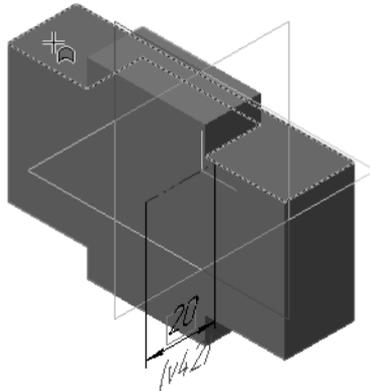


- ▼ Таким же образом задайте новое значение вертикального размера *40 мм*.

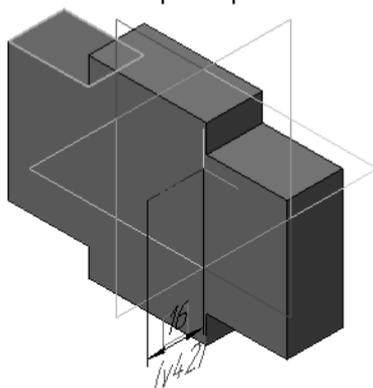


Параметры операций можно изменить, указав нужный объект в окне модели.

- ▼ Укажите грань модели — отобразится размер соответствующей операции.



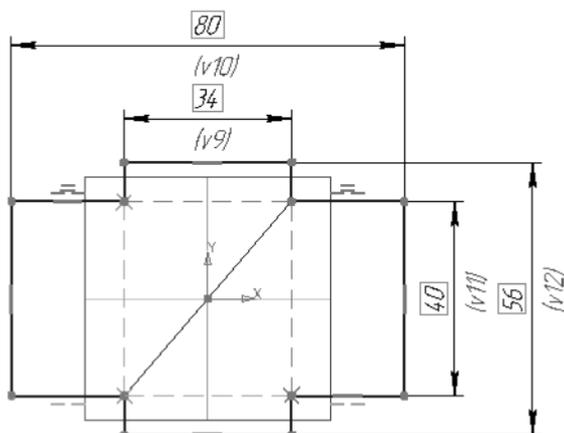
- ▼ Установите значение размера **16 мм**.



- ▼ Отключите кнопку **Размеры выбранного элемента** на панели **Режимы**.



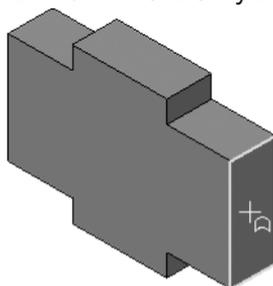
Вместо двух операций выдавливания можно было выполнить одну, построив более сложный эскиз.



## 1.8. Создание правой проушины



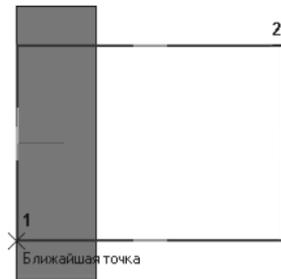
- ▼ Укажите грань и нажмите кнопку **Эскиз**.



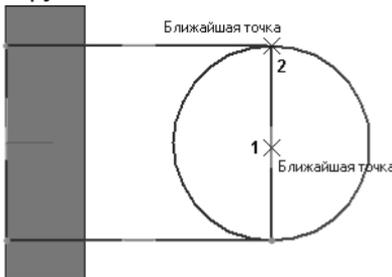
Вместо кнопки **Эскиз** на панели **Текущее состояние** удобнее использовать аналогичную кнопку на Контекстной инструментальной панели.



- ▼ Нажмите кнопку **Прямоугольник** на панели **Геометрия**.
- ▼ С помощью привязки **Ближайшая точка** укажите вершину 1 детали как первую вершину прямоугольника. Вершину 2 укажите произвольно.

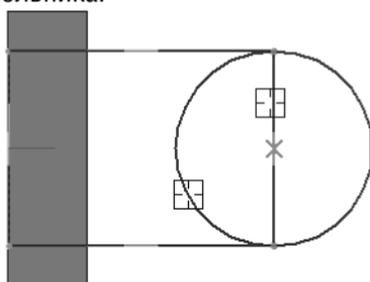


- ▼ Нажмите кнопку **Окружность** на панели **Геометрия**.
- ▼ С помощью привязки **Ближайшая точка** укажите точку 1 центра окружности в середине вертикального отрезка и точку 2, через которую должна пройти окружность.



- ▼ Нажмите кнопку **Усечь кривую** на панели **Редактирование**.

- ▼ Укажите мишенью на лишние участки окружности и прямоугольника.



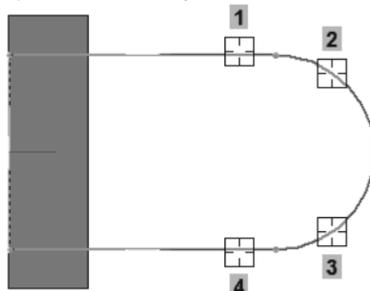
Для того чтобы получить правильный контур, необходимо вручную добавить параметрические связи между его элементами.



- ▼ Нажмите кнопку **Касание** на панели **Параметризация**.

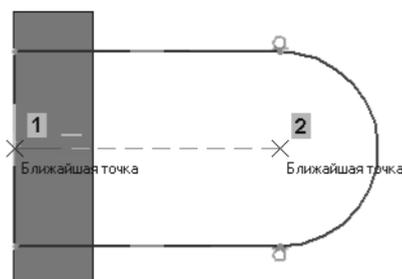


- ▼ Укажите верхний отрезок и дугу (мишени 1 и 2), затем дугу и нижний отрезок.

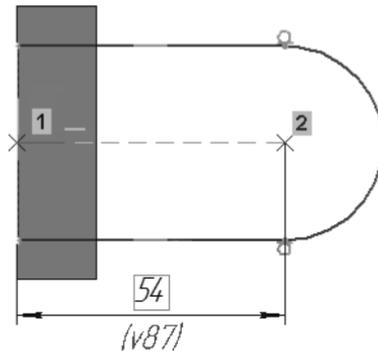


- ▼ Нажмите кнопку **Выровнять точки по горизонтали** на панели **Параметризация**.

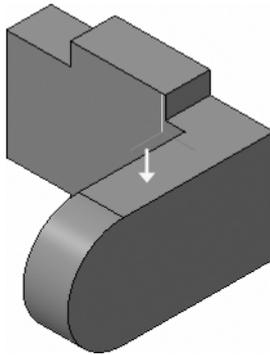
- ▼ С помощью привязки **Ближайшая точка** укажите точку начала координат эскиза и точку центра дуги.



- ▼ Проставьте горизонтальный линейный размер между точками и присвойте ему значение **54 мм**.

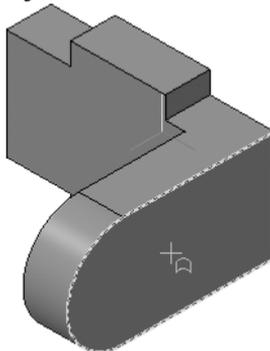


- ▼ Нажмите кнопку **Операция выдавливания** на панели **Редактирование детали**.
- ▼ Выдавите эскиз в обратном направлении на *16 мм*.



## 1.9. Добавление бобышки

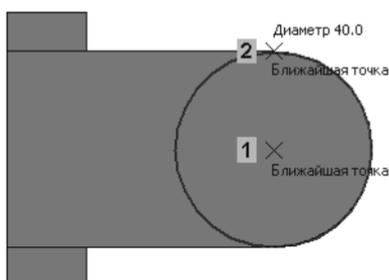
- ▼ Укажите грань основания и нажмите кнопку **Эскиз** на панели **Текущее состояние**.



- ▼ Нажмите кнопку **Окружность** на панели **Геометрия**.



- ▼ С помощью привязки **Ближайшая точка** укажите точки **1** и **2**.



- ▼ Нажмите кнопку **Операция выдавливания** на панели **Редактирование детали**.



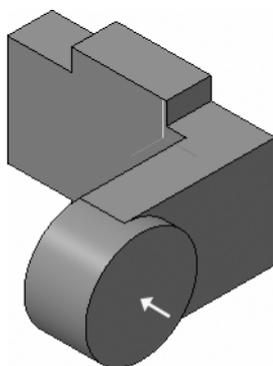
- ▼ На Панели свойств раскройте список **Направление** и укажите **Прямое направление**.

- ▼ Введите с клавиатуры число **6**. Значение попадет в поле **Расстояние 1** на Панели свойств.

- ▼ Нажмите клавишу **<Enter>** для фиксации значения.

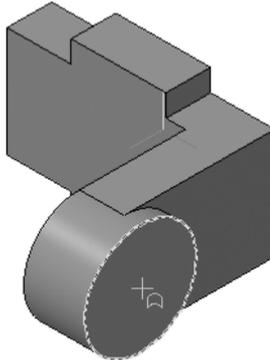


- ▼ Нажмите кнопку **Создать объект** на Панели специального управления.

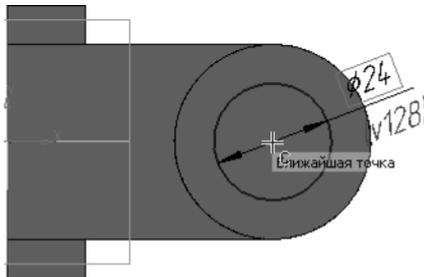


## 1.10. Добавление сквозного отверстия

- ▼ Укажите грань и нажмите кнопку **Эскиз**.



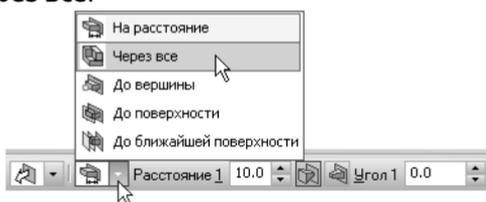
- ▼ Нажмите кнопку **Окружность** на панели **Геометрия**.
- ▼ С помощью привязки **Ближайшая точка** укажите точку центра окружности в центре круглого ребра. Радиус окружности укажите произвольно.
- ▼ Нажмите кнопку **Авторазмер** на панели **Размеры**, укажите окружность, присвойте размеру значение *24 мм*.



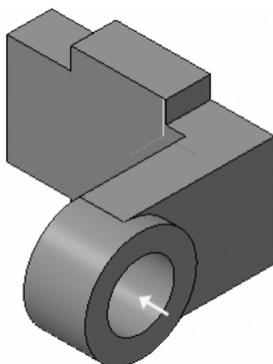
- ▼ Нажмите кнопку **Вырезать выдавливанием** на панели **Редактирование детали**.
- ▼ Проверьте состояние поля **Направление построения** и убедитесь, что установлено **Прямое направление**.



- ▼ Откройте список **Тип построения** и укажите **Через все**.



- ▼ Нажмите кнопку **Создать объект** на Панели специального управления.



## 1.11. Создание зеркального массива

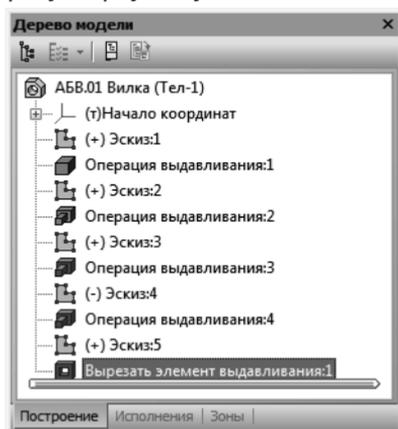
Левая проушина представляет собой зеркальное отражение элементов, из которых состоит правая проушина.



- ▼ Нажмите кнопку **Зеркальный массив** на панели **Массивы**.

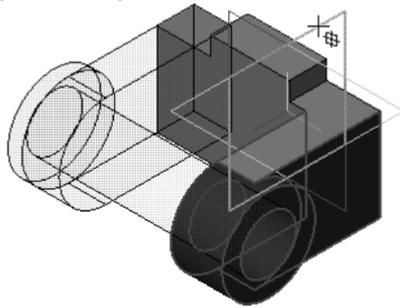


- ▼ В Дереве модели укажите три элемента, составляющие правую проушину.

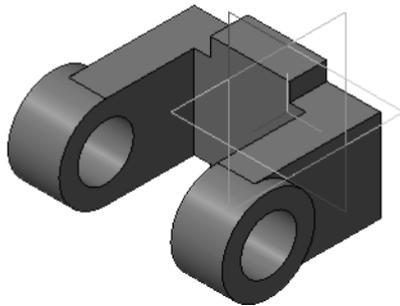


- ▼ На Панели свойств нажмите кнопку **Плоскость**.

- ▼ В окне модели укажите *Плоскость ZY* — будет показан фантом зеркального массива.



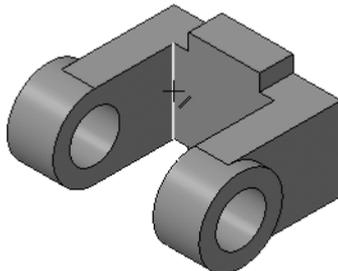
- ▼ Нажмите кнопку **Создать объект**.



## 1.12. Добавление скруглений

### Скругление ребер проушин

- ▼ Нажмите кнопку **Скругление** на панели **Редактирование детали**.
- ▼ Укажите ребро в основании левой проушины. Обратите внимание на форму курсора.



Старайтесь указывать как можно больше элементов, которые требуется скруглить одинаковым радиусом. В этом случае упрощается редактирование модели и расчеты будут выполняться быстрее.



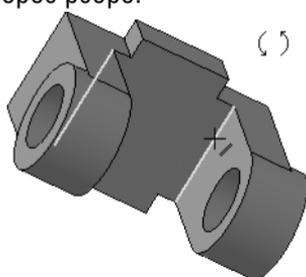
## Вращение модели с помощью команды Повернуть



- ▼ Нажмите кнопку **Повернуть** на панели **Вид**.
- ▼ Поместите курсор рядом с моделью, нажмите левую кнопку мыши и, не отпуская ее, перемещайте курсор — модель начнет поворачиваться.
- ▼ Поверните деталь так, чтобы стало видно ребро на правой проушине.



- ▼ После этого отпустите кнопку мыши и отключите кнопку **Повернуть**.
- ▼ Укажите второе ребро.



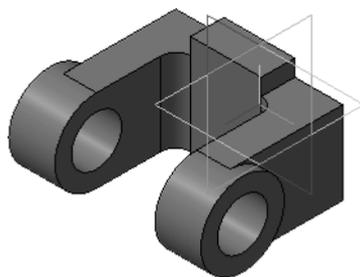
- ▼ В поле **Радиус** на Панели свойств, с помощью счетчика приращения/уменьшения, установите значение **7 мм**.



Обратите внимание на справочное поле, содержащее сведения о количестве указанных ребер.



- ▼ Нажмите кнопку **Создать объект**.
- ▼ Вновь установите для модели стандартную ориентацию **Изометрия XYZ** (см. с. 34).



### 1.13. Изменение отображения модели

Для указания ребер, невидимых в текущей ориентации, необязательно поворачивать модель. Вместо этого можно изменить тип отображения модели.

- ▼ Нажмите кнопку **Скругление** на панели **Редактирование детали**.



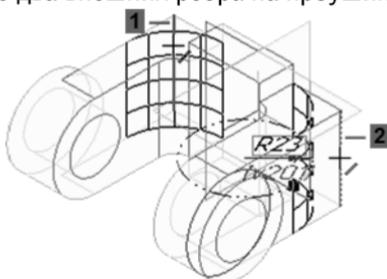
- ▼ В поле **Радиус** на Панели свойств введите значение **23 мм**.



- ▼ Нажмите кнопку **Невидимые линии тонкие** на панели **Вид**. Невидимые ребра модели будут отображаться более светлым цветом.



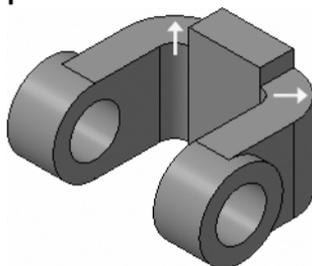
- ▼ Укажите два внешних ребра на проушинах.



- ▼ Нажмите кнопку **Создать объект**.



- ▼ Вновь установите режим отображения **Полупрозрачное с каркасом**.



### 1.14. Скругление ребер основания

Элементы модели, участвующие в операции, можно указывать не только во время выполнения операции, но и заранее.

- ▼ Нажмите кнопку **Каркас** на панели **Вид**. После этого станут видны все ребра модели.

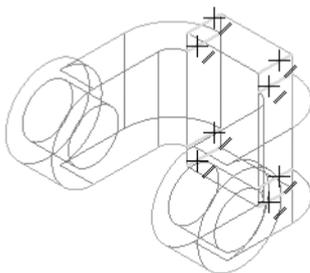


- ▼ Нажмите и удерживайте нажатой клавишу **<Ctrl>** на клавиатуре.

- ▼ Укажите восемь ребер на основании.



Если вы испытываете затруднения при выборе ребер, то увеличьте масштаб отображения модели вращением колесика мыши или поверните модель.



▼ Отпустите клавишу **<Ctrl>**. В окне модели указанные ребра будут выделены цветом.



▼ Нажмите кнопку **Скругление**.

▼ Введите значение **5 мм**. Значение появится в поле **Радиус** на Панели свойств.

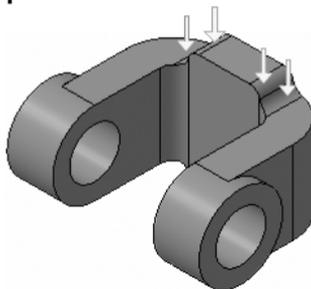
▼ Убедитесь, что в справочном поле отображается информация о выборе восьми ребер.



▼ Нажмите кнопку **Создать объект**.



▼ Вновь установите режим отображения **Полуто-новое с каркасом**.



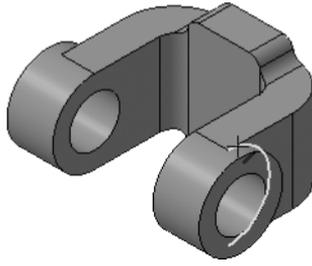
## 1.15. Вращение модели мышью



▼ Нажмите кнопку **Скругление**.

▼ В поле **Радиус** введите значение **3 мм**.

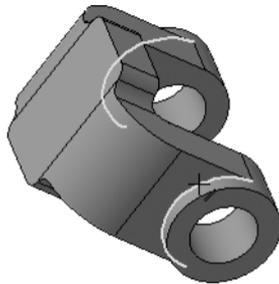
- ▼ Укажите ребро на правой проушине.



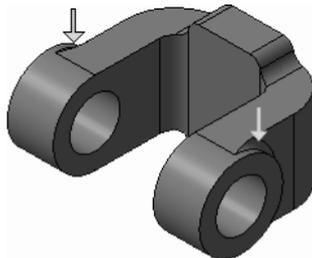
### Вращение модели мышью

Модель удобнее поворачивать с помощью мыши.

- ▼ Поместите курсор рядом с моделью и нажмите колесико мыши до щелчка, при этом курсор изменит свою форму. ( )
- ▼ Оставляя колесико в нажатом состоянии, перемещайте мышь — модель начнет поворачиваться.
- ▼ Поверните деталь так, чтобы стало видно ребро на правой проушине.
- ▼ После того как модель примет нужную ориентацию, отпустите колесико мыши.
- ▼ Укажите второе ребро.



- ▼ Нажмите кнопку **Создать объект**.
- ▼ Установите ориентацию **Изометрия XYZ**.

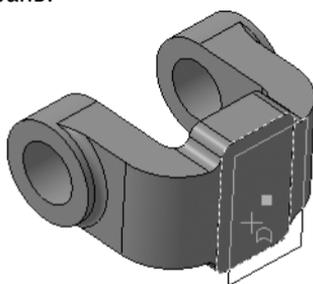


## 1.16. Создание конструктивной плоскости

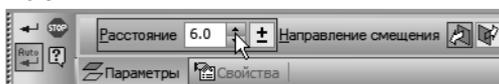
Для размещения эскиза следующего элемента потребуется создать дополнительную конструктивную плоскость.



- ▼ Нажмите кнопку **Смещенная плоскость** на панели **Вспомогательная геометрия**.
- ▼ Разверните модель в пространстве так, чтобы стала видна обратная грань основания детали.
- ▼ Укажите грань.



- ▼ В поле **Расстояние** на Панели свойств введите значение **6 мм**.



- ▼ Нажмите кнопку **Создать объект**.
- ▼ Нажмите кнопку **Прервать команду**.

## 1.17. Выдавливание до ближайшей поверхности



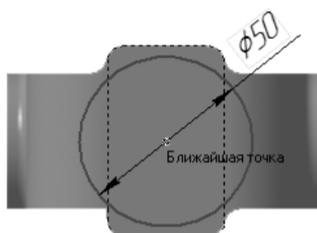
- ▼ В Дереве модели укажите элемент *Смещенная плоскость:1* и нажмите кнопку **Эскиз**.



- ▼ В эскизе постройте окружность с центром в точке начала координат.



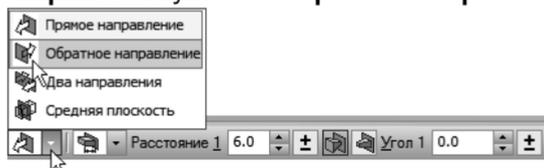
- ▼ Проставьте диаметральный размер и присвойте ему значение **50 мм**.



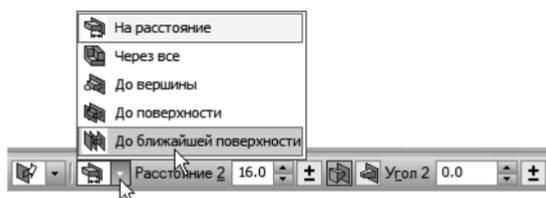
- ▼ Нажмите кнопку **Операция выдавливания**.



- ▼ На Панели свойств откройте список **Направление построения** и укажите **Обратное направление**.

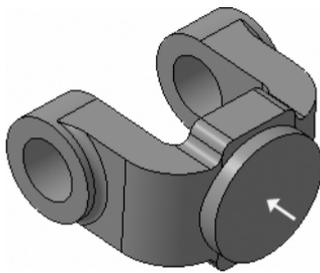


- ▼ Откройте список **Способ построения** и укажите **До ближайшей поверхности**.



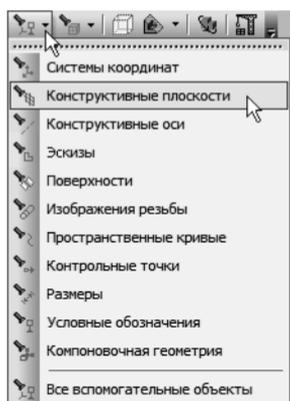
Выбор варианта **До ближайшей поверхности** означает, что глубина выдавливания определяется автоматически: элемент выдавливается точно до ближайших в направлении выдавливания граней детали (иными словами, до тех пор, пока не встретит на своем пути грань). В результате может образоваться неплоский торец элемента.

- ▼ Нажмите кнопку **Создать объект**.



Конструктивные плоскости можно убрать с экрана или показать вновь. Для этого нужно выполнить команду **Вид — Скрыть — Конструктивные плоскости** или воспользоваться списком кнопки **Скрыть все объекты** на панели **Вид**.





## 1.18. Использование характерных точек

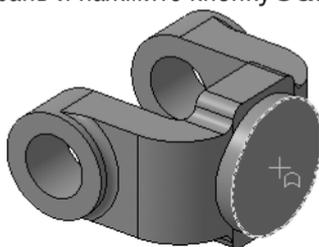
При создании и редактировании трехмерных объектов можно задавать параметры этих объектов, «перетаскивая» их характерные точки мышью.

**Характерные точки** трехмерного объекта соответствуют числовым полям и переключателям, находящимся на Панели свойств во время создания или редактирования этого объекта. Использование характерных точек позволяет изменять различные параметры объектов (размеры, положение, форму и другие) без помощи клавиатуры — путем перемещения точек мышью.

- ▼ Разверните модель в пространстве так, чтобы стала видна плоская грань бобышки.



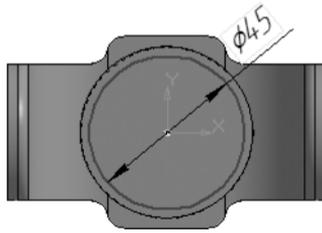
- ▼ Укажите грань и нажмите кнопку **Эскиз**.



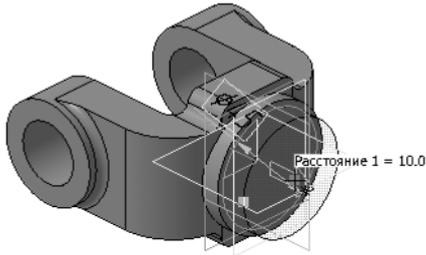
- ▼ В эскизе постройте окружность с центром в точке начала координат.



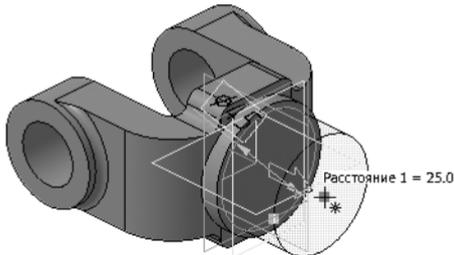
- ▼ Проставьте диаметральный размер и присвойте ему значение *45 мм*.



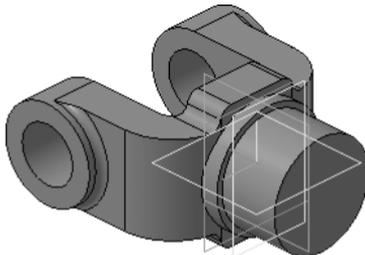
- ▼ Нажмите кнопку **Операция выдавливания**.
- ▼ Установите **Прямое направление** выдавливания.
- ▼ Для активизации центральной точки, соответствующей расстоянию выдавливания, подведите к ней курсор мыши.
- ▼ После того как точка будет выделена и рядом с ней появится надпись, содержащая имя и значение параметра, нажмите левую кнопку мыши.



- ▼ Не отпуская кнопку, перемещайте мышь вправо. После того как будет достигнуто значение **25 мм**, отпустите кнопку мыши.



- ▼ Нажмите кнопку **Создать объект**.



## 1.19. Добавление глухого отверстия

В бобышке нужно построить глухое резьбовое отверстие.

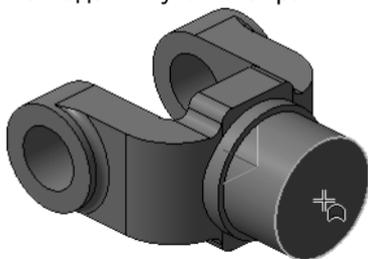


С помощью команды **Вырезать выдавливанием** можно построить простые цилиндрические отверстия. Специальные команды позволяют создавать отверстия более сложной формы. Далее показано, как это можно сделать с помощью базовых функций системы.



КОМПАС-3D позволяет создавать разнообразные отверстия, канавки, проточки и прочие конструктивные элементы с помощью **Библиотеки Стандартные Изделия**. Работа с этой библиотекой показана в Уроках №5 (раздел 5.6 на с. 149) и №6.

- ▼ Разверните модель и укажите грань.



- ▼ Нажмите кнопку **Отверстие с зенковкой** на панели **Редактирование детали**.



- ▼ В окне **Параметры отверстия** нажмите кнопку **Резьбовое отверстие**.

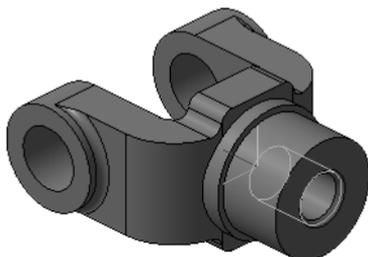


- ▼ Заполните поля на Панели свойств:  
**Номинальный диаметр резьбы** — 20 мм,  
**Шаг резьбы** — 2,5 мм,  
**Длина резьбы** — 25 мм,  
**Глубина отверстия** — 30 мм,  
**Диаметр зенковки** — 21,5 мм.

Остальные параметры оставьте без изменений.



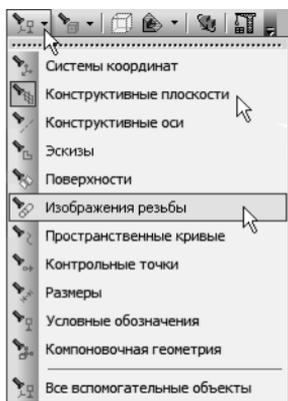
- ▼ По умолчанию центр отверстия совмещается с точкой начала координат эскиза — нажмите кнопку **Создать объект**.



Если сначала вызвать команду, а потом указать грань, то центр отверстия будет расположен в точке указания. В этом случае откройте вкладку **Размещение** на Панели свойств и введите значение *0 мм* в поля **Расстояние 1** и **Расстояние 2** — смещение от опорных объектов до центра отверстия.

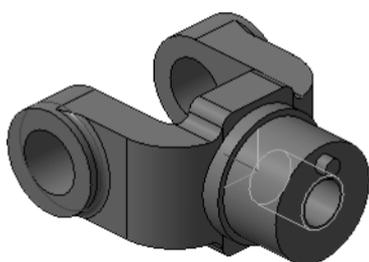


Изображение резьбы можно убрать с экрана или показать вновь. Для этого нужно выполнить команду **Вид — Скрыть — Изображение резьбы** или воспользоваться списком **Скрыть все объекты** на панели **Вид**. Это не повлияет на изображение резьбы на чертежах.

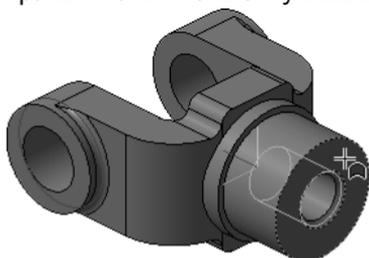


## 1.20. Использование переменных и выражений

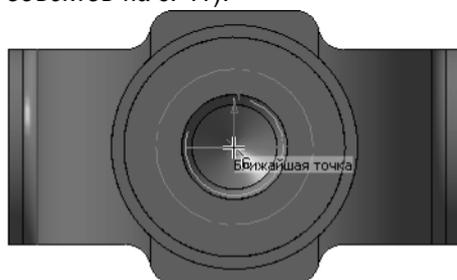
На кольцевой грани, получившейся после создания отверстия, нужно построить небольшую цилиндрическую бобышку так, чтобы она постоянно находилась посередине между внешним и внутренним ребрами грани в вертикальном направлении. Этого можно добиться за счет использования в эскизе переменных и выражений.



- ▼ Укажите грань и нажмите кнопку **Эскиз**.



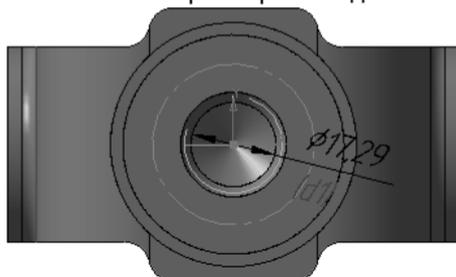
- ▼ Постройте в эскизе окружность с центром в точке начала координат. Радиус окружности укажите произвольно.
- ▼ Измените стиль линии окружности с *Основная* на *Осевая* (см. раздел *Изменение стиля геометрических объектов* на с. 41).



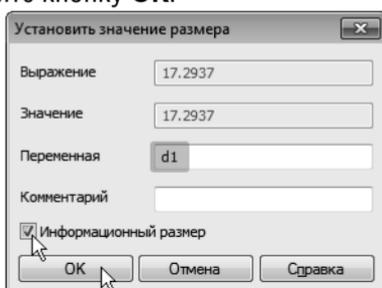
- ▼ Нажмите кнопку **Авторамер** на инструментальной панели **Размеры**.
- ▼ Укажите круглое ребро отверстия.



- ▼ Задайте положение размерной надписи.

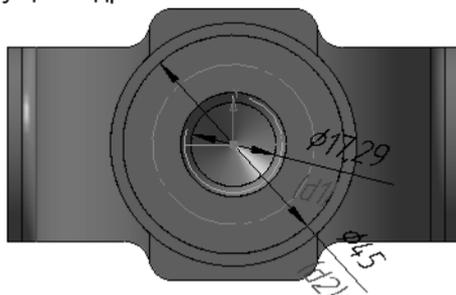


- ▼ В поле **Переменная** диалогового окна **Установить значение размера** введите имя переменной **d1**, включите опцию **Информационный размер** и нажмите кнопку **ОК**.

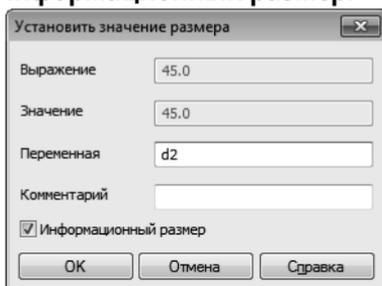


Включение опции означает, что размер будет информационным. Поле **Выражение** для информационного размера недоступно, так как его значение зависит от размера геометрического объекта, к которому он проставлен. В данном случае диаметр ребра уже определен диаметром резьбового отверстия и может быть изменен только при редактировании этого отверстия.

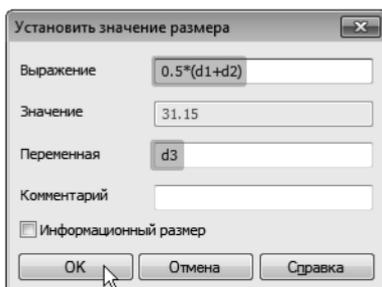
- ▼ Проставьте диаметральный размер к круглому ребру цилиндрической бобышки.



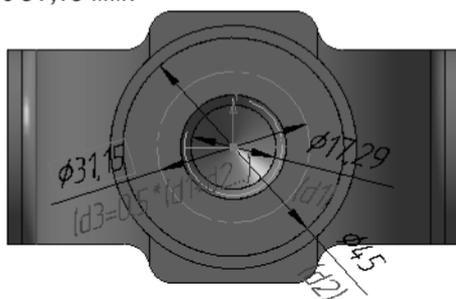
- ▼ Присвойте размеру имя переменной **d2**, включите опцию **Информационный размер**.



- ▼ Проставьте диаметральный размер к осевой окружности.
- ▼ В поле **Выражение** введите выражение  $0.5*(d1+d2)$ . Присвойте размеру имя переменной **d3**.



- ▼ Нажмите кнопку **OK** — выражение будет вычислено, диаметр осевой окружности примет значение **31,15 мм**.



При необходимости можно просмотреть и отредактировать все переменные и выражения документа.



- ▼ Нажмите кнопку **Переменные** на панели **Стандартная**. На экране появится окно **Переменные** для работы с переменными и выражениями.

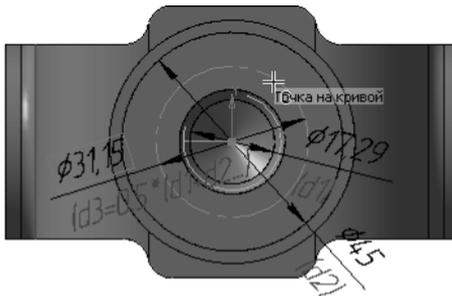
Переменные				
Имя	Выражение	Значение	Параметр	Комментарий
АБВ.01 Вилка (Тел-1)				
(т)Начало координат				
(+) Эскиз:1				
Операция выдавливания:1				
(+) Эскиз:2				
Операция выдавливания:2				
(+) Эскиз:3				
Операция выдавливания:3				
(-) Эскиз:4				
Операция выдавливания:4				
(+) Эскиз:5				
Вырезать элемент выдавливания:1				
Зеркальный массив:1				
Скругление:1				
Скругление:2				
Скругление:3				
Скругление:4				
Смещенная плоскость:1				
(+) Эскиз:6				
Операция выдавливания:5				
(+) Эскиз:7				
Операция выдавливания:6				
Отверстие:1				
(+) Эскиз:8				
v1011		0.0	Исключить и...	
d1	17.2937	17.2937	Диаметральн...	
d2	45.0	45.0	Диаметральн...	
d3	$0.5 \cdot (d1 + d2)$	31.1468	Диаметральн...	

- ▼ Закройте окно для работы с переменными и выражениями.

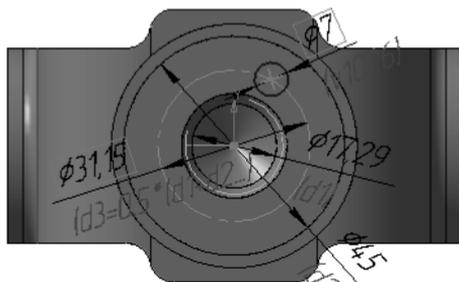


## 1.21. Создание массива по концентрической сетке

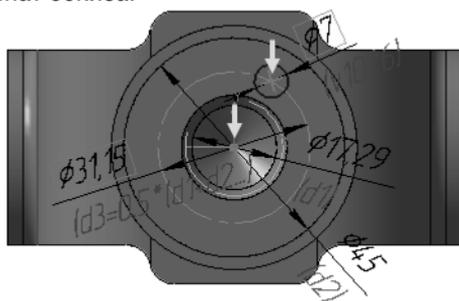
- ▼ Нажмите кнопку **Окружность** на панели **Геометрия**.
- ▼ Укажите центр окружности на осевой окружности с помощью привязки **Точка на кривой**. Радиус окружности укажите произвольно.



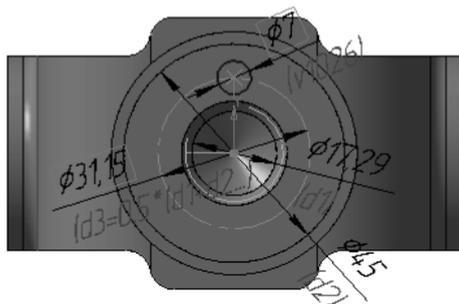
- ▼ Проставьте к окружности диаметральный размер 7 мм.



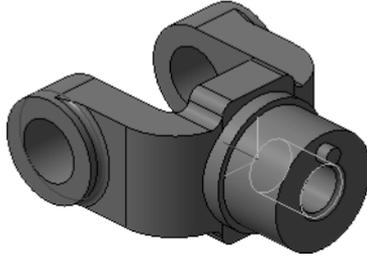
- ▼ Нажмите кнопку **Выровнять точки по вертикали** на Расширенной панели команд параметризации точек панели **Параметризация**.
- ▼ С помощью привязки **Ближайшая точка** укажите центральную точку окружности и точку начала координат эскиза.



После этого указанные точки будут выровнены в вертикальном направлении.



- ▼ Выдавите эскиз в прямом направлении на *5 мм*. Этот элемент будет исходным компонентом концентрического массива. 



- ▼ Нажмите кнопку **Массив по концентрической сетке** на панели **Массивы**. 

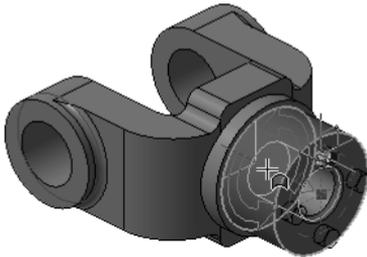
- ▼ Укажите бобышку — исходный элемент массива. 



- ▼ Откройте вкладку **Параметры** на Панели свойств.



- ▼ Для определения оси массива укажите цилиндрическую грань.



- ▼ Убедитесь, что поле **N2** — **Количество по кольцевому направлению** на Панели свойств содержит значение **4**.



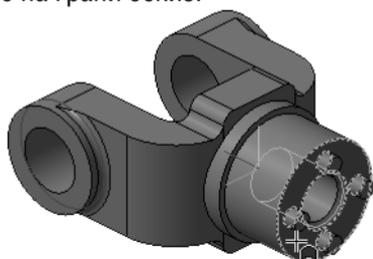
- ▼ Нажмите кнопку **Создать объект**.



## 1.22. Создание канавки

К детали необходимо добавить массив из четырех канавок, смещенный относительно массива бобышек на  $45^\circ$ .

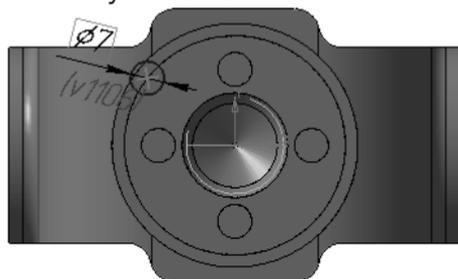
- ▼ Создайте на грани эскиз.



- ▼ Нажмите кнопку **Окружность** на панели **Геометрия**.

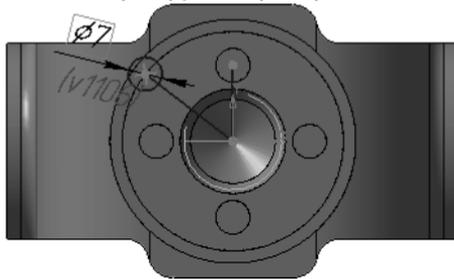
- ▼ С помощью привязки **Точка на кривой** укажите центр окружности на внешнем ребре цилиндрической бобышки. Радиус укажите произвольно.

- ▼ Проставьте к окружности диаметральный размер и присвойте ему значение **7 мм**.



- ▼ Нажмите кнопку **Отрезок** на панели **Геометрия**.

- ▼ Постройте два отрезка из точки начала координат эскиза до центра круглых ребер.

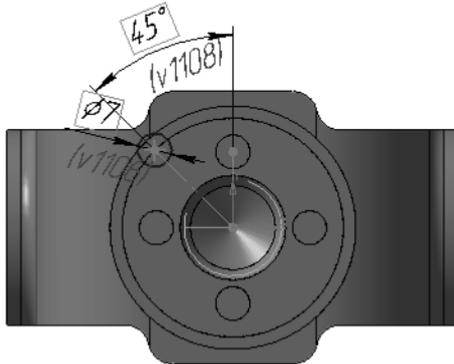


- ▼ Измените стиль отрезков с **Основная** на **Осевая** (см. раздел *Изменение стиля геометрических объектов* на с. 41).

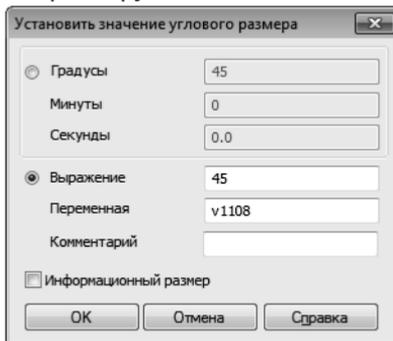
- ▼ Нажмите кнопку **Угловой размер** на панели **Размеры**.



- ▼ Укажите осевые отрезки, затем укажите положение размерной линии.



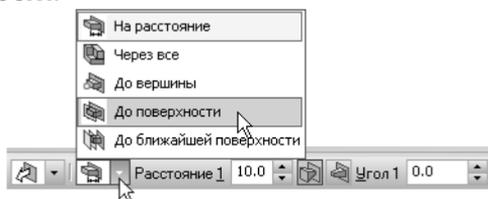
- ▼ Присвойте размеру значение  $45^\circ$ .



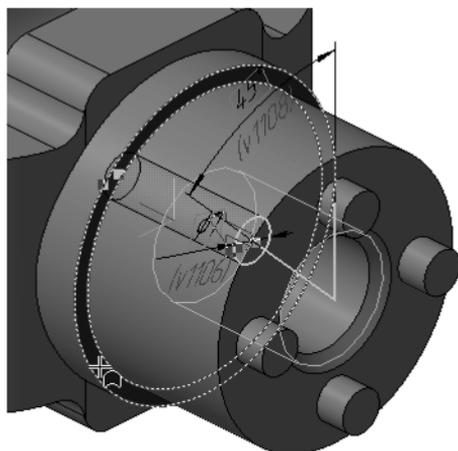
- ▼ Нажмите кнопку **Вырезать выдавливанием** на панели **Редактирование детали**.



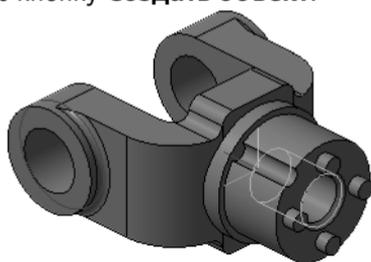
- ▼ Проверьте состояние поля **Направление построения** и убедитесь, что установлено **Прямое направление**.
- ▼ Откройте список **Способ 1** и укажите **До поверхности**.



- ▼ В модели укажите узкую кольцевую грань круглой бобышки.

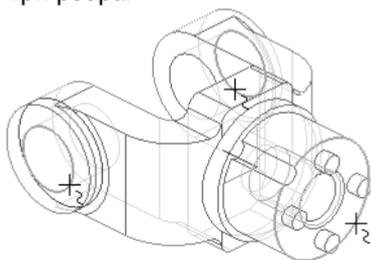


- ▼ Нажмите кнопку **Создать объект**.



## 1.23. Добавление фасок

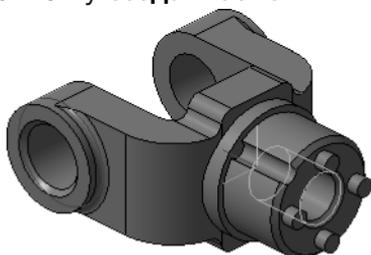
- ▼ Укажите три ребра.



- ▼ Нажмите кнопку **Фаска** на Расширенной панели команд построения скруглений и фасок.
- ▼ На Панели свойств нажмите кнопку **Построение по стороне и углу**.
- ▼ Введите значение длины фаски **2 мм**, нажмите клавишу **<Enter>**.

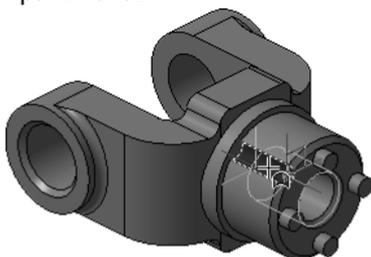


- ▼ Нажмите кнопку **Создать объект**.



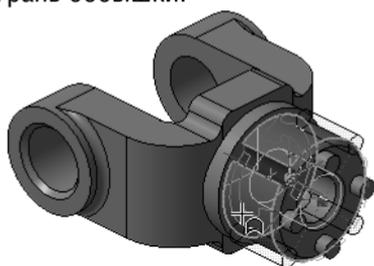
## 1.24. Создание массива канавок

- ▼ Нажмите кнопку **Массив по концентрической сетке** на панели **Массивы**.
- ▼ Укажите грань канавки.



- ▼ Откройте вкладку **Параметры** на Панели свойств.

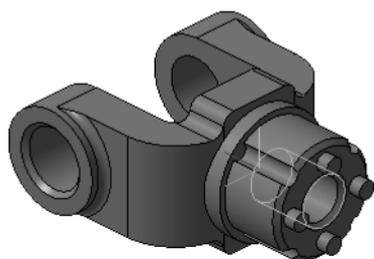
- ▼ Для определения оси массива укажите цилиндрическую грань бобышки.



- ▼ Убедитесь, что поле **N2 — Количество по кольцевому направлению** на Панели свойств содержит значение 4.



- ▼ Нажмите кнопку **Создать объект**.



## 1.25. Скругление по касательным ребрам



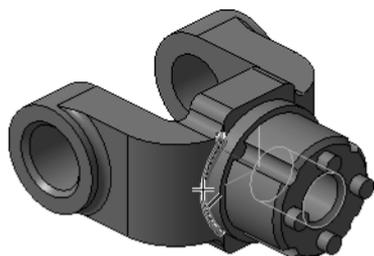
- ▼ Нажмите кнопку **Скругление** на панели **Редактирование детали**.



- ▼ Задайте радиус скругления 2 мм.



- ▼ Укажите ребро в основании круглой бобышки.



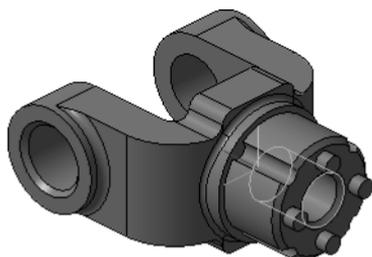
Остальные ребра гладко сопряжены с указанным.

- ▼ Откройте вкладку **Параметры** на Панели свойств.

Обратите внимание на включенную опцию **По касательным ребрам** — она обеспечит автоматическое скругление остальных ребер.



▼ Нажмите кнопку **Создать объект**.



## 1.26. Рассечение детали.

### Исключение из расчета

Трехмерная модель детали может быть рассечена плоскостью или произвольным эскизом, например, для просмотра ее внутренних элементов.

#### Сечение поверхностью

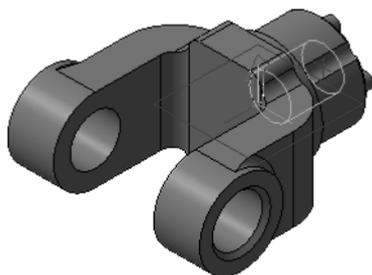
▼ Нажмите кнопку **Сечение поверхностью** на панели **Редактирование детали**.



▼ В Дереве модели укажите *Плоскость ZX*.

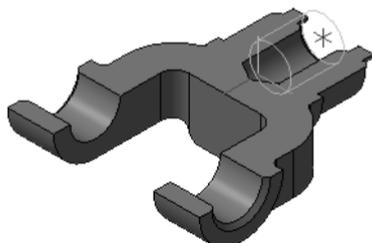


▼ С помощью кнопок в группе **Направление отсечения** направьте указатель вверх.





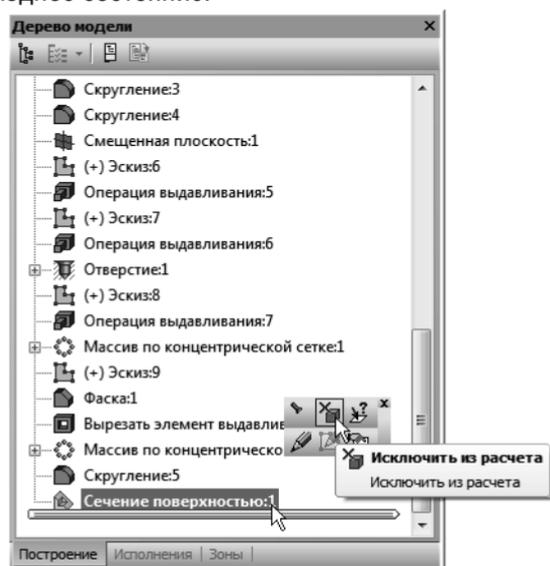
▼ Нажмите кнопку **Создать объект**.



## Исключение элементов из расчета

Элементы можно исключить из модели. При этом они остаются в Дереве модели, но их пиктограмма будет отображаться серым цветом и помечена «крестиком». Модель перестроится без учета исключенных элементов и производных от них операций.

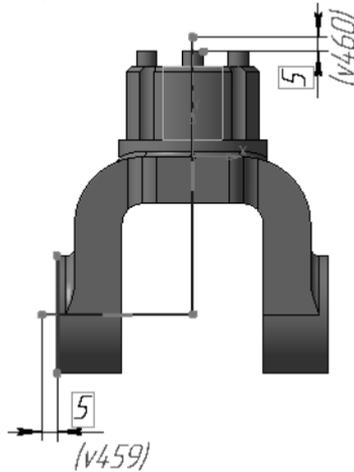
▼ В Дереве модели укажите элемент *Сечение поверхностью:1* и нажмите на Контекстной панели кнопку **Исключить из расчета** — модель вернется в исходное состояние.



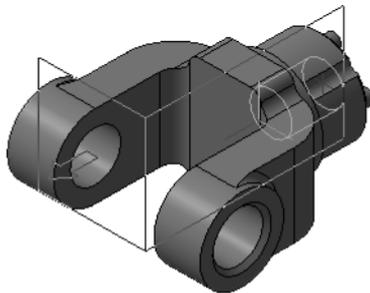
Исключенный объект можно включить в расчет вновь. Для этого нужно вызвать команду **Включить в расчет** из контекстного меню.

## Сечение эскизом

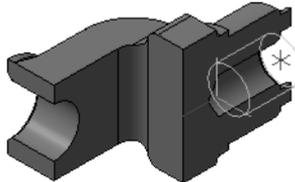
- ▼ На *Плоскости ZX* создайте новый эскиз и постройте в нем два отрезка, как это показано на рисунке.



- ▼ Нажмите кнопку **Сечение по эскизу** на панели **Редактирование детали**.
- ▼ С помощью кнопок в группе **Направление отсечения** направьте указатель влево.



- ▼ Нажмите кнопку **Создать объект**.



- ▼ Исключите из расчета элемент *Сечение по эскизу:1*.

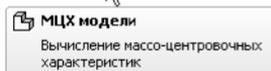
При создании деталей операции сечения следует рассматривать не как вспомогательные команды, а как обычные формообразующие операции, с помощью которых можно удалять части модели.



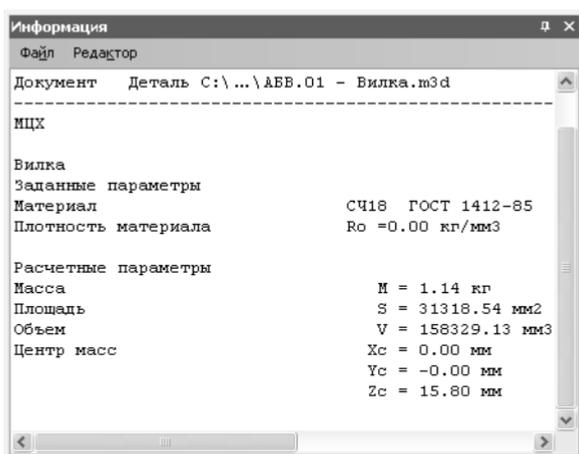
## 1.27. Расчет МЦХ детали



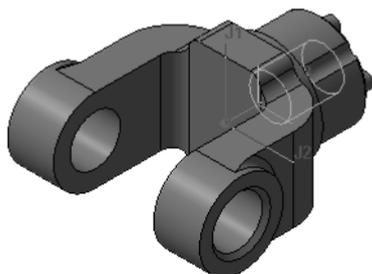
- ▼ Нажмите кнопку **МЦХ модели** на инструментальной панели **Измерения и диагностика (3D)**.



- ▼ На Панели свойств задайте количество знаков после запятой — *2*, единицу измерения массы — *килограмм*, включите опцию **Точка** и нажмите кнопку **Центр масс**.
- ▼ Ознакомьтесь с результатами расчетов.

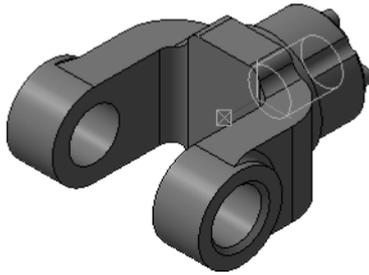


Положение центра масс показано в окне модели специальным значком.



- ▼ Нажмите кнопку **Прервать команду**.

В центре масс модели будет создан новый объект — вспомогательная точка, а в Дереве модели появится элемент *Точка в ЦМ:1*.



- ▼ Нажмите кнопку **Перестроить** на панели **Вид**.
- ▼ Нажмите кнопку **Сохранить** на панели **Стандартная**.

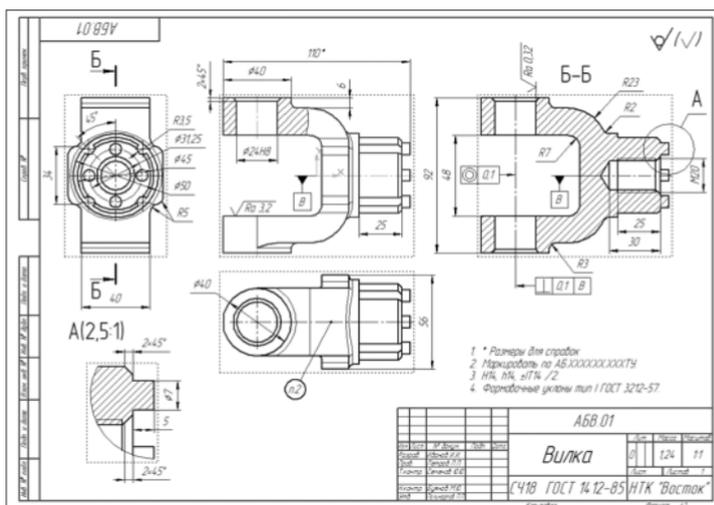


## Урок № 2. Создание рабочего чертежа

В этом уроке описывается создание рабочего чертежа детали *Вилка*, спроектированной на предыдущем уроке.



Все чертежи в этом руководстве создаются в демонстрационных целях.

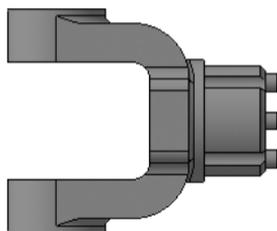


### В этом уроке рассматривается

- ▼ Выбор главного вида.
- ▼ Создание и настройка чертежа.
- ▼ Создание стандартных видов.
- ▼ Создание разреза. Перемещение видов.
- ▼ Создание местного разреза.
- ▼ Создание выносного элемента.
- ▼ Простановка осевых линий.
- ▼ Построение обозначений центров.
- ▼ Оформление чертежа.

### 2.1. Выбор главного вида

Конструктор может моделировать деталь, не принимая во внимание то, каким будет ее главный вид на чертеже. Предположим, что главный вид будет таким. Этой ориентации не соответствует ни одна из стандартных ориентаций. Можно создать нужную ориентацию.

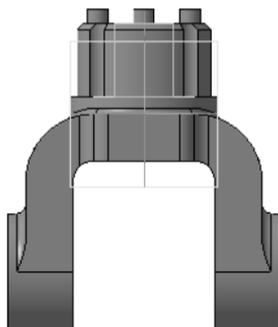


## Вращение модели при помощи клавиатуры

Модель можно вращать не только с помощью мыши, но и с помощью клавиатуры. Это позволяет выполнить точный поворот в нужном направлении на нужный угол.

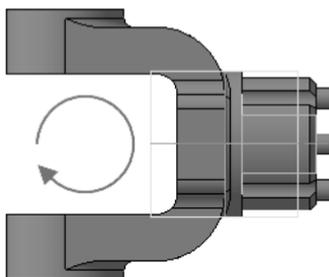
Комбинация клавиш	Назначение
<code>&lt;Ctrl&gt;+&lt;Shift&gt;+&lt;↑&gt;</code>	Вращение модели в вертикальной плоскости
<code>&lt;Ctrl&gt;+&lt;Shift&gt;+&lt;↓&gt;</code>	
<code>&lt;Ctrl&gt;+&lt;Shift&gt;+&lt;→&gt;</code>	Вращение модели в горизонтальной плоскости
<code>&lt;Ctrl&gt;+&lt;Shift&gt;+&lt;←&gt;</code>	
<code>&lt;Alt&gt;+&lt;→&gt;</code>	Вращение модели в плоскости экрана
<code>&lt;Alt&gt;+&lt;←&gt;</code>	
<code>&lt;Пробел&gt;+&lt;↑&gt;</code>	Поворот модели на 90° в горизонтальной плоскости
<code>&lt;Пробел&gt;+&lt;↓&gt;</code>	
<code>&lt;Пробел&gt;+&lt;→&gt;</code>	Поворот модели на 90° в вертикальной плоскости
<code>&lt;Пробел&gt;+&lt;←&gt;</code>	

- ▼ Установите стандартную ориентацию **Сверху**.



- ▼ На клавиатуре нажмите и удерживайте нажатой клавишу `<Alt>`.
- ▼ На клавиатуре нажимайте клавишу `<←>` — модель будет поворачиваться с шагом 15° в плоскости экрана по часовой стрелке.

- ▼ После того как модель примет горизонтальную ориентацию, отпустите клавиши.

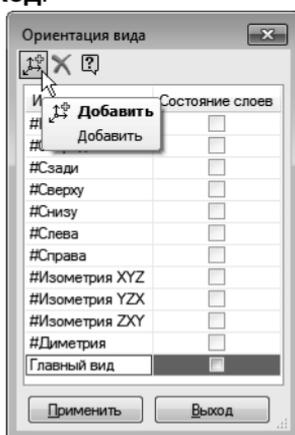


## Создание пользовательской ориентации

Текущую ориентацию можно сохранить как пользовательскую.



- ▼ Нажмите кнопку **Ориентация** на панели **Вид**.
- ▼ В окне **Ориентация вида** нажмите кнопку **Добавить**.
- ▼ Введите имя проекции **Главный вид** и нажмите кнопку **Выход**.



- ▼ Установите для модели стандартную ориентацию **Изометрия XYZ**.



- ▼ Сохраните модель на диске.

## 2.2. Создание и настройка чертежа



- ▼ Для создания нового чертежа вызовите команду **Файл — Создать** или нажмите кнопку **Создать** на панели **Стандартная**.

- ▼ Укажите тип создаваемого документа **Чертеж** и нажмите кнопку **ОК**. На экране появится окно нового чертежа.

- ▼ Нажмите кнопку **Менеджер документа** на панели **Стандартная**.

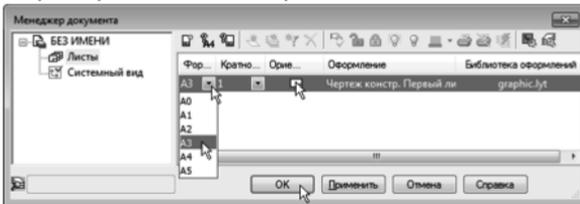


- ▼ Щелкните мышью на строке параметров листа в правой части окна Менеджера документа.

**Менеджер документа** предназначен для работы с объектами, составляющими структуру чертежа: листами, видами и слоями.

- ▼ Раскройте список форматов и укажите **A3**.

- ▼ Щелкните на пиктограмме **Ориентация** для выбора горизонтальной ориентации листа.



- ▼ Нажмите кнопку **ОК**.

- ▼ Нажмите кнопку **Показать все** на панели **Вид**.



## Настройка параметрического режима

После создания всех необходимых видов чертеж нужно оформить: проставить в нем размеры и технологические обозначения, провести осевые линии, построить обозначения центров отверстий и т.д. Между чертежом и моделью система формирует ассоциативную связь: любое изменение модели будет автоматически отображено на чертеже. Необходимо, чтобы при изменении модели автоматически изменялись значения размеров и их положение на чертеже, а также положение технологических обозначений. Для этого оформление чертежа нужно выполнять в **параметрическом режиме**. Это позволит сформировать ассоциативные связи между геометрическими объектами и элементами оформления.



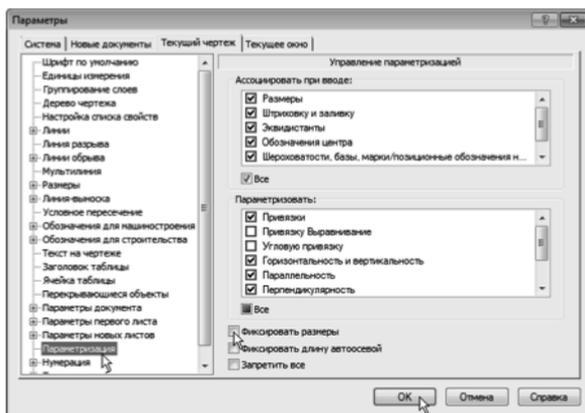
- ▼ Включите кнопку **Параметрический режим** на панели **Текущее состояние**.



- ▼ Выполните команду **Сервис — Параметры**.

На экране откроется окно **Параметры** с активной вкладкой **Текущий чертеж**.

- ▼ На «ветви» *Параметризация* отключите опцию **Фиксировать размеры** и нажмите **ОК**.



Необходимость отключения опции **Фиксировать размеры** связана с тем, что на ассоциативных чертежах (в отличие от эскизов 3D-модели) размеры не могут управлять изображением — оно определяется текущим состоянием трехмерной модели. Поэтому все размеры должны иметь статус «информационный».

## 2.3. Создание стандартных видов

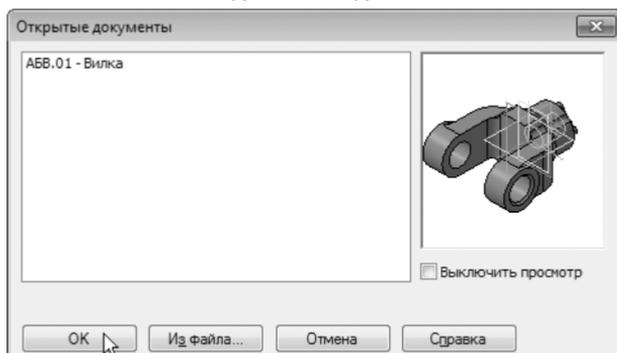


При работе с чертежами, содержащими ассоциативные виды, система автоматически проверяет соответствие между изображениями в этих видах и соответствующими моделями. Если будет обнаружено какое-либо рассогласование, виды отображаются перечеркнутыми. Можно в любое время **перестроить** чертеж нажатием кнопки **Перестроить** на панели **Вид** или клавиши <F5> на клавиатуре.



▼ Нажмите кнопку **Стандартные виды** на инструментальной панели **Виды**.

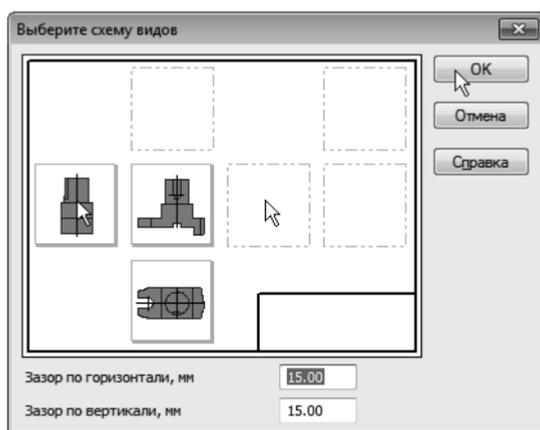
- ▼ Если деталь *Вилка* открыта, просто нажмите **ОК**. В противном случае нажмите кнопку **Из файла** и укажите положение детали на диске.



- ▼ На Панели свойств выберите ориентацию изображения для **главного вида** — созданную в модели пользовательскую ориентацию **Главный вид**.
- ▼ Нажмите кнопку **Схема видов** для выбора нужных видов. 



- ▼ Откажитесь от создания **вида Слева** и включите создание **вида Справа**. Нажмите **ОК**.

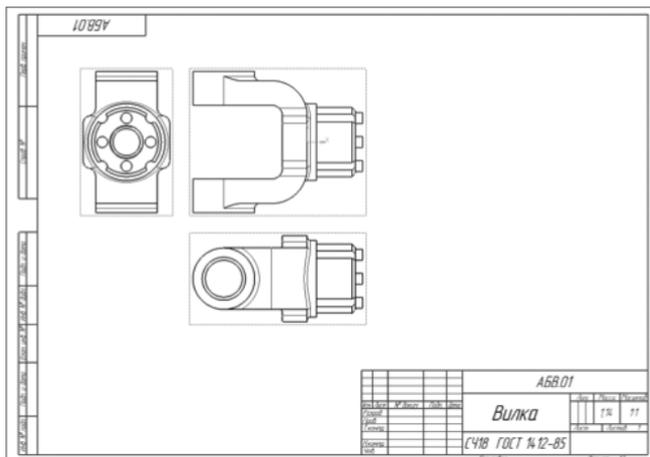




- ▼ На Панели свойств откройте вкладку **Линии** и включите кнопку **Показывать** в группе **Линии переходов**.



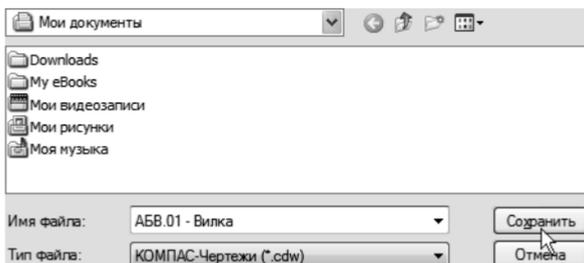
- ▼ Укажите мышью положение видов на чертеже. Система построит указанные виды и заполнит ячейки штампа данными из 3D-модели.



Сохраните чертеж на диске в той же папке, что и файл трехмерной модели.



- ▼ Нажмите кнопку **Сохранить** на панели **Стандартная**.
- ▼ Убедитесь, что поле **Имя файла** заполнено данными из основной надписи чертежа.
- ▼ Нажмите кнопку **Сохранить** диалога — документ будет записан на диск.



## 2.4. Создание разреза.

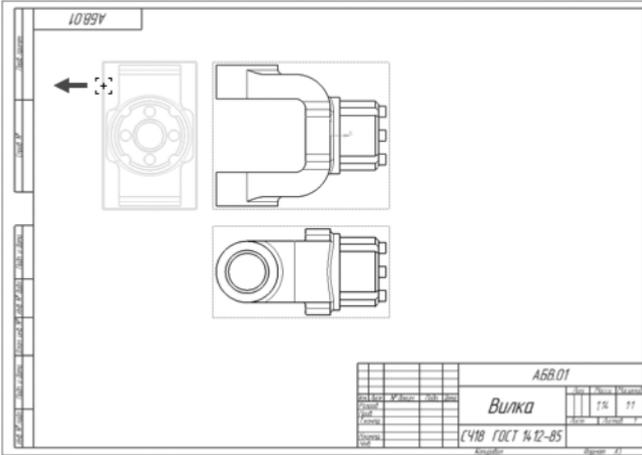
### Перемещение видов

#### Перемещение видов

- ▼ Установите курсор на пунктирную рамку **вида Справа**.

Пунктирная рамка — это признак ассоциативного вида, то есть вида, связанного с 3D-моделью. Она не выводится на печать и является средством управления видом.

- ▼ Нажмите левую кнопку мыши и, не отпуская кнопку, «перетащите» вид влево на свободное место. Так как виды находятся в проекционной связи, этот вид можно перемещать только в горизонтальном направлении.

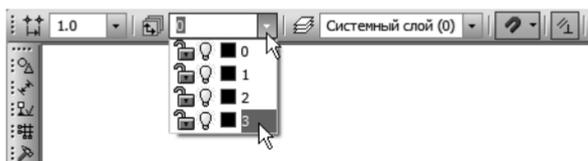


- ▼ Таким же образом опустите чуть ниже **вид Сверху**.
- ▼ Щелчком мыши в любом свободном месте чертежа отмените выделение вида.

В процессе работы над документом можно многократно перемещать виды, добиваясь равномерного заполнения листа чертежа.

## Как сделать вид текущим

- ▼ На панели **Текущее состояние** раскройте список **Управление видами** и укажите вид номер 3.

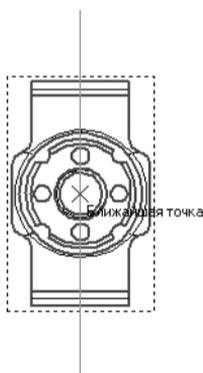


**Это очень важно!** Один из видов чертежа является **текущим**. Все новые объекты создаются в текущем виде и далее принадлежат именно этому виду. Если вы хотите работать с каким-то определенным видом (проставлять в нем размеры, добавлять технологические обозначения и т.д.), **обязательно** сначала сделайте этот вид текущим.

Линия разреза должна пройти точно через центр детали. Предварительно можно построить вспомогательную прямую и использовать ее в качестве объекта привязки при построении линии разреза.



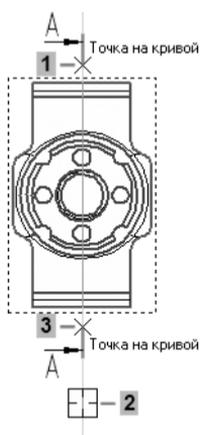
- ▼ Нажмите кнопку **Вертикальная прямая** на Расширенной панели команд построения вспомогательных прямых.
- ▼ С помощью привязки **Ближайшая точка** укажите центральную точку детали.



- ▼ На панели **Глобальные привязки** отключите привязку **Выравнивание**, включите привязки **Середина** и **Угловая**.
- ▼ С помощью команды **Линия разреза/сечения** на инструментальной панели **Обозначения** постройте линию разреза А-А. Для этого укажите начальную точку линии разреза (точка 1), затем объект направления линии разреза — вспомога-

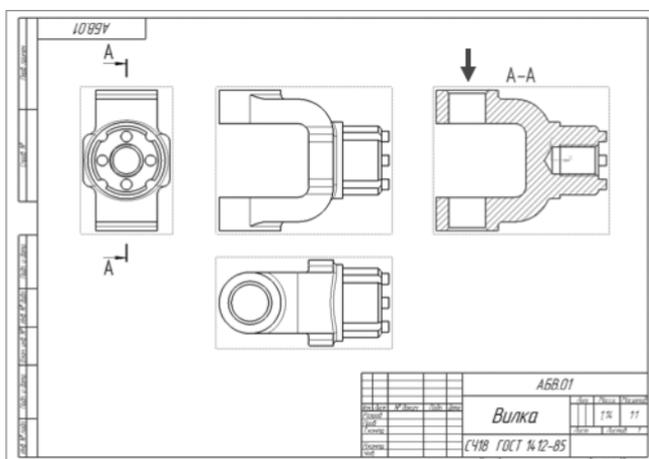


тельную прямую (мишень 2) и конечную точку линии разреза (точка 3).



### Создание разреза

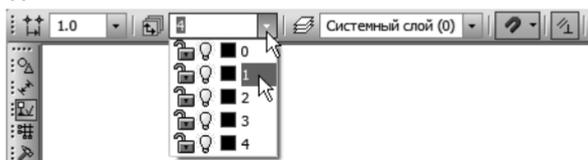
- ▼ Перемещая курсор, расположите стрелки **слева** от линии разреза.
- ▼ Укажите положение разреза на чертеже — будет создан новый текущий вид.



- ▼ Удалите вспомогательную вертикальную прямую. Для этого выделите ее щелчком мыши и нажмите клавишу <Delete>.

## 2.5. Создание местного разреза

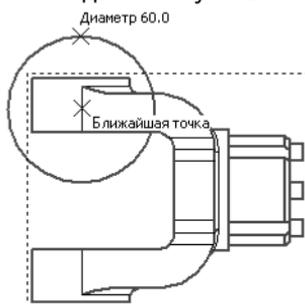
- ▼ Сделайте текущим вид номер 1 — **Главный вид** детали.



Старайтесь создавать комфортные условия для работы, увеличивая нужный участок чертежа вращением колесика мыши. Масштабирование выполняется относительно той точки, где находится курсор. Для перехода к другому участку нажмите кнопку **Показать все** на панели **Вид**.



- ▼ Постройте окружность на верхней проушине в том месте, где необходимо получить местный разрез.

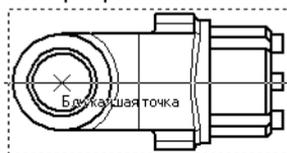


- ▼ Нажмите кнопку **Местный разрез** на инструментальной панели **Виды**.

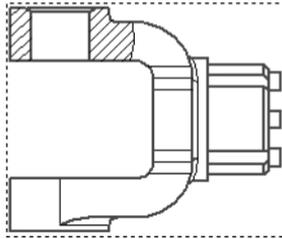


- ▼ Укажите построенную окружность.

- ▼ На **виде Сверху** укажите положение секущей плоскости местного разреза.

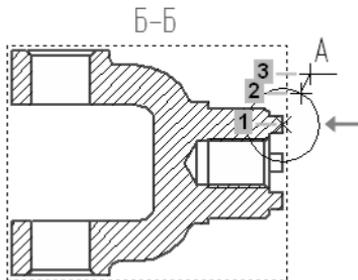


На **Главном виде** чертежа будет построен местный разрез.



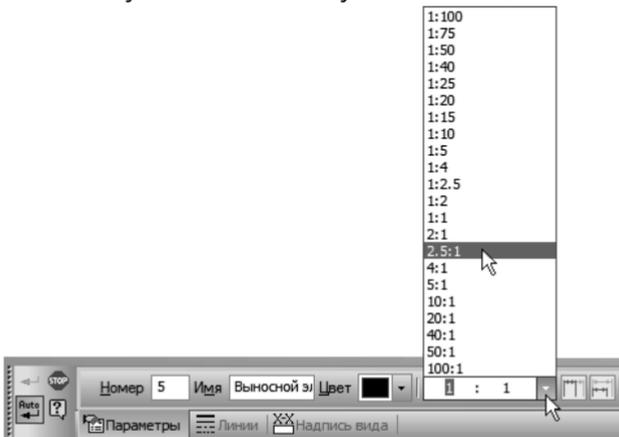
## 2.6. Создание выносного элемента

- ▼ Сделайте текущим вид номер 4 — разрез А-А.
- ▼ Нажмите кнопку **Выносной элемент** на инструментальной панели **Обозначения**.
- ▼ Постройте обозначение выносного элемента. Для этого укажите центральную точку 1 контура выносного элемента, затем точку 2 на контуре и точку 3 начала полки.



После этого система перейдет в режим автоматического построения выносного вида.

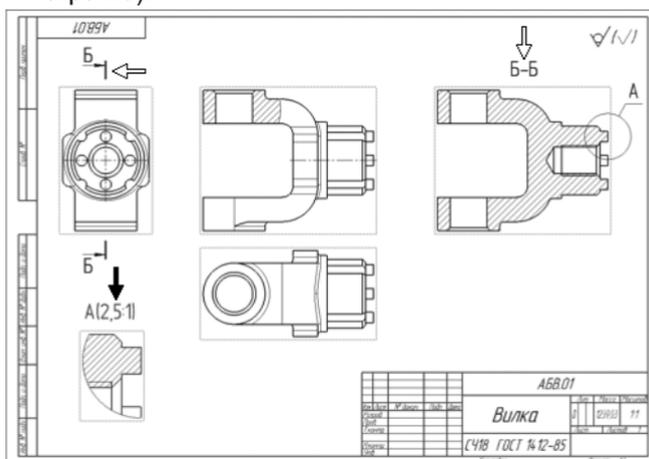
- ▼ На Панели свойств раскройте список поля **Масштаб** и укажите масштаб увеличения **2.5:1**.



- ▼ Откройте вкладку **Надпись вида**. Включите опцию **Масштаб** для автоматического формирования текстовой ссылки на масштаб вида в его заголовке.



- ▼ Укажите положение вида на чертеже (черная стрелка).



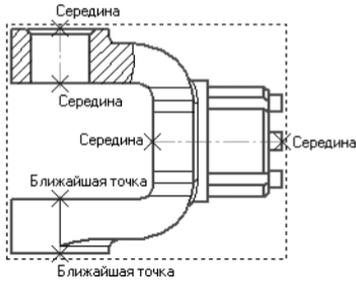
Обратите внимание на то, как изменился заголовок разреза и его буквенное обозначение на **виде Справа** (белые стрелки). Это результат работы режима автоматической сортировки.

**Автосортировка буквенных обозначений** позволяет автоматически упорядочивать буквы, используемые в следующих обозначениях: стрелки взгляда, выносные элементы, линии разреза/сечения, базы. Для настройки автосортировки выполните команду **Сервис — Параметры**. На вкладке **Текущий чертеж** окна **Параметры** откройте «ветви» **Обозначения для машиностроения — Автосортировка**.

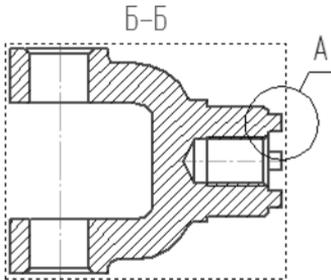
## 2.7. Простановка осевых линий

- ▼ Сделайте текущим вид номер 1 — **Главный вид** детали.
- ▼ Нажмите кнопку **Осевая линия по двум точкам** на инструментальной панели **Обозначения**.
- ▼ С помощью привязок постройте осевые линии для цилиндрических поверхностей.





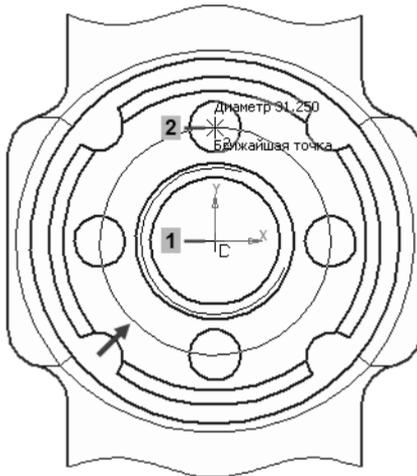
- ▼ Постройте осевые линии на разрезе *Б-Б*, предварительно сделав его текущим.



## 2.8. Построение обозначений центров

### Построение осевой окружности

- ▼ Сделайте текущим вид номер 3 — вид Справа.
- ▼ Вначале постройте окружность стилем линии *Осевая* (указана стрелкой), определяющую положение цилиндрических бобышек. Для этого укажите точки 1 и 2.

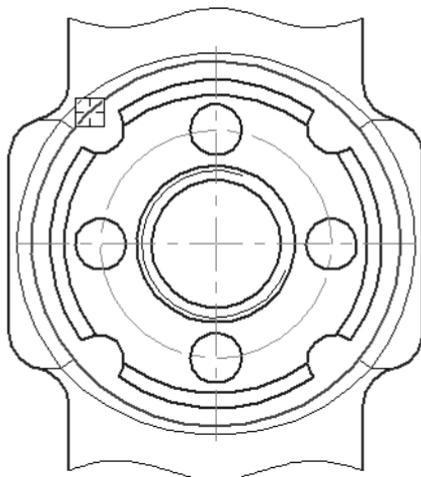




### Построение обозначения центра



- ▼ Нажмите кнопку **Обозначение центра** на инструментальной панели **Обозначения**.
- ▼ Укажите мишенью на внешнюю основную окружность.
- ▼ В поле **Угол** на Панели свойств введите значение угла наклона  $0^\circ$  — система проставит к окружности знак обозначения центра.



### Построение осевой дуги и линии

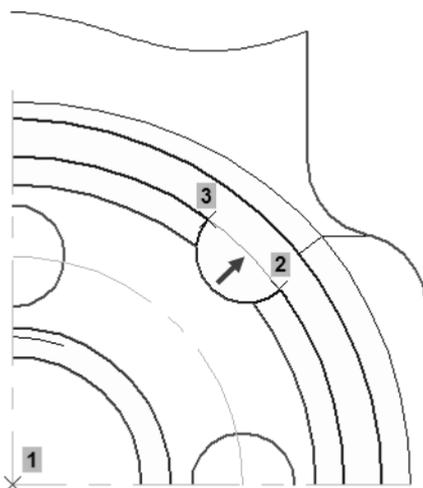
Обозначения центров для четырех дуг, соответствующих пазам на модели, придется построить вручную.



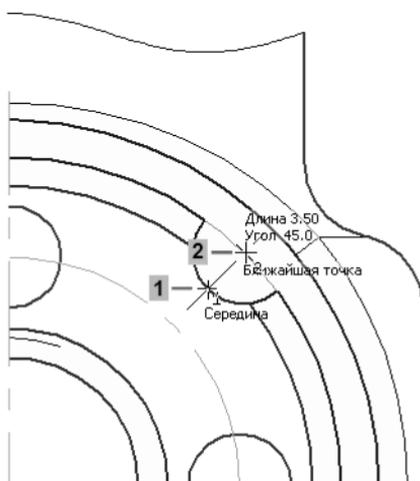
- ▼ Нажмите кнопку **Дуга** на панели **Геометрия**.



- ▼ Постройте небольшую дугу стилем линии **Осевая** (указана стрелкой). Для этого укажите положение ее центра (точка 1), затем точку 2 начала дуги и точку 3 конца дуги.



- ▼ С помощью команды **Осевая линия по двум точкам** постройте осевую линию 1–2. Точку 1 укажите с помощью привязки **Середина**, а точку 2 — с помощью привязки **Ближайшая точка**.



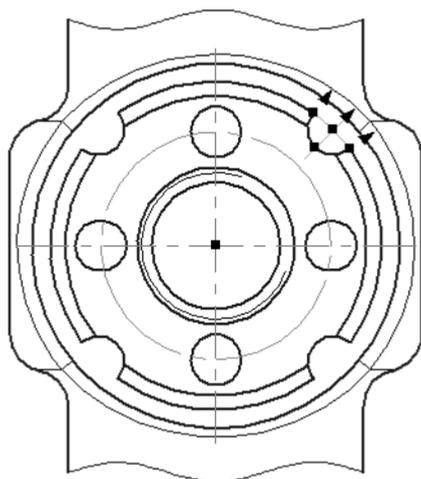
- ▼ Нажмите кнопку **Прервать команду** на Панели специального управления.



### Копирование по окружности

Обозначения центров остальных пазов можно получить копированием.

- ▼ Щелчком мыши при нажатой клавише *<Shift>* выделите осевую линию и дугу.



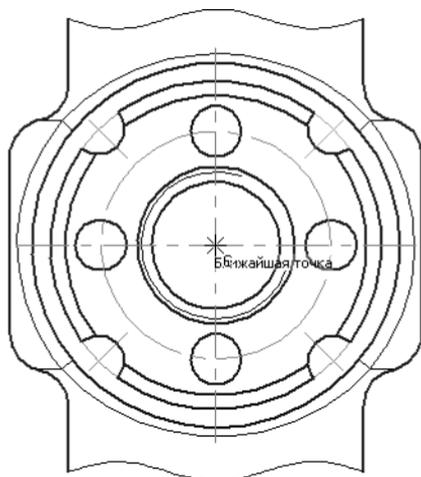
- ▼ Нажмите кнопку **Копия по окружности** на панели **Редактирование**.



- ▼ На Панели свойств нажмите кнопку **Вдоль всей окружности** в группе **Режим**.



- ▼ Укажите центр копирования — будут построены копии выделенных объектов.

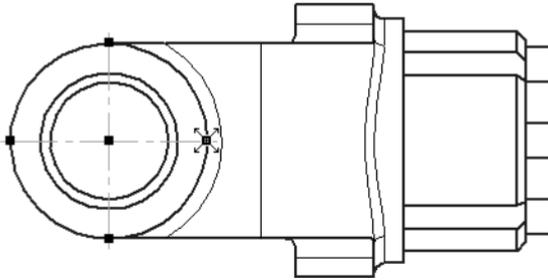


- ▼ Нажмите кнопку **Прервать команду** на Панели специального управления.

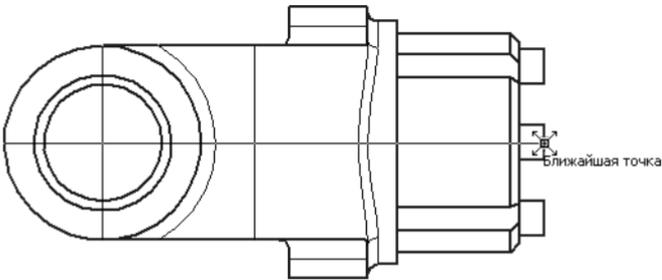
- ▼ Щелчком мышью в пустом месте чертежа отмените выделение объектов.

## Перемещение характерных точек

- ▼ Сделайте текущим вид номер 2 — **вид Сверху**.
- ▼ Создайте обозначение центра для окружности, соответствующей внешнему контуру проушины.
- ▼ Нажмите кнопку **Прервать команду** на Панели специального управления. 
- ▼ Щелкните мышью на значке обозначения центра — на нем появятся четыре характерные точки.
- ▼ Установите курсор на правую точку, при этом курсор поменяет форму. Нажмите и не отпускайте левую кнопку мыши.



- ▼ Не отпуская кнопку мыши, «перетащите» точку вправо. Отпустите кнопку мыши.



- ▼ Щелкните в пустом месте чертежа, чтобы отменить выделение объекта.

## 2.9. Оформление чертежа

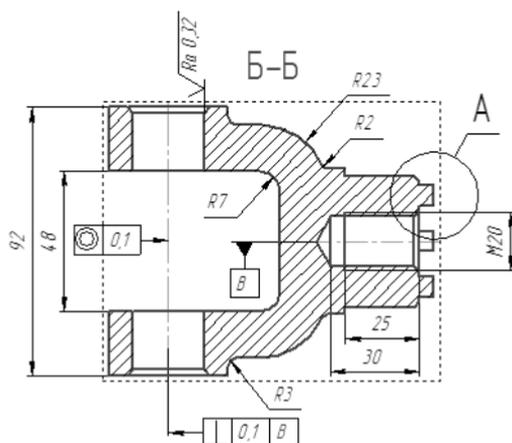
### Простановка размеров

- ▼ С помощью команды **Авторазмер** на инструментальной панели **Размеры** проставьте в чертеже необходимые размеры. 

## Простановка технологических обозначений

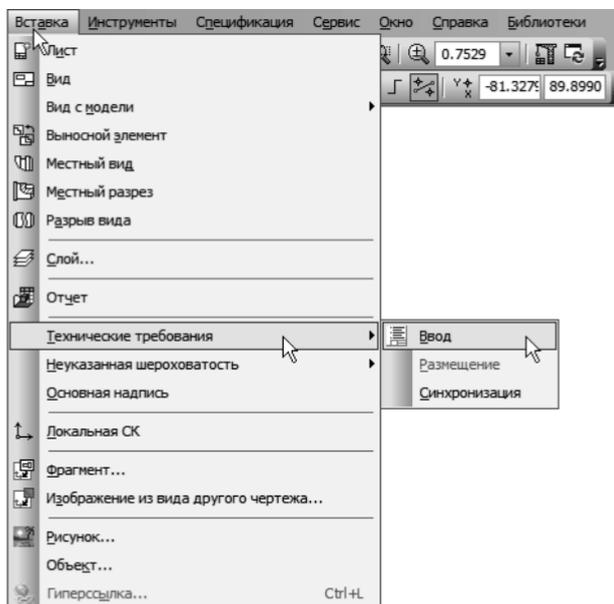


- ▼ С помощью команд на инструментальной панели **Обозначения** проставьте в чертеже технологические обозначения.



## Оформление технических требований

- ▼ Вызовите команду **Вставка — Технические требования — Ввод**.



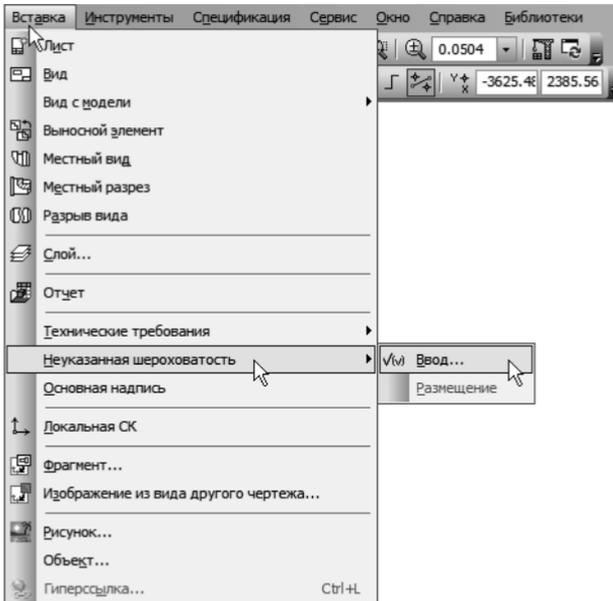
- ▼ В режиме текстового редактора введите текст технических требований.

- 1 \* Размеры для справок
- 2 Маркировать по АБ.ХХХХХХ.ХХХТЧ.
- 3 Неуказанные предельные отклонения: Н14, h14, ±IT14 /2
- 4 Формовочные уклоны тип I ГОСТ 3212-57.

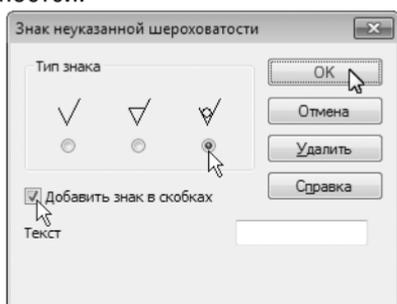
- ▼ Для выхода из режима ввода технических требований нажмите кнопку **Заккрыть** на закладке окна. 
- ▼ Ответьте **Да** на запрос системы относительно сохранения изменений технических требований в чертеж — система вернется в режим работы с чертежом.
- ▼ При необходимости вызовите команду **Вставка — Технические требования — Размещение**, задайте размеры страницы технических требований и ее положение на чертеже.
- ▼ Для выхода из режима размещения технических требований нажмите кнопку **Прервать команду** на Панели специального управления. 

## Простановка знака неуказанной шероховатости

- ▼ Вызовите команду **Вставка — Неуказанная шероховатость — Ввод**.

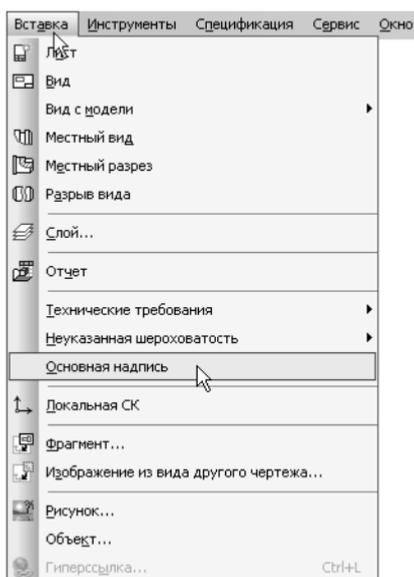


- ▼ Определите значение шероховатости неуказанных поверхностей.



## Заполнение основной надписи

- ▼ Вызовите команду **Вставка — Основная надпись**.



- ▼ Заполните прочие графы основной надписи.

					<i>АБВ.01</i>		
Имя	Лист	№ докум.	Год	Дата	<i>Вилка</i>		
Автор	Исполн.	Провер.			0	124	11
Дизайн	Чертеж	Печать			Лист	Листов	1
Классиф.	Специф.	К/Б			<i>СЧ18 ГОСТ 14.12-85</i>		
Исполн.	Исполн.	М/О			<i>АСКОН</i>		
Штамп	Визирован	Д/П			<i>группа компаний</i>		



- ▼ После заполнения штампа нажмите кнопку **Создать объект**.



- ▼ Нажмите кнопку **Перестроить** на панели **Вид**.



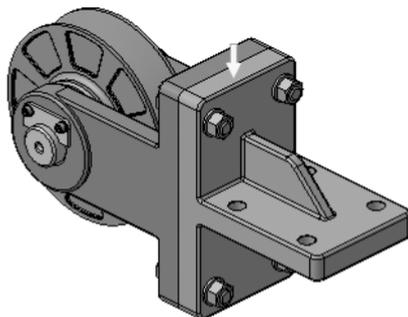
- ▼ Нажмите кнопку **Сохранить** на панели **Стандартная**.

- ▼ Закройте окна всех документов — для этого щелкните правой кнопкой мыши на любой из закладок и вызовите из контекстного меню команду **Закрывать все окна**.



## Создание сборок

В следующих уроках будет показан процесс создания трехмерной модели изделия *Блок направляющий* и комплекта документов на него. Модели всех деталей уже созданы. Исключением является деталь *Кронштейн* (указана стрелкой), на примере которой будет показан прием создания новой детали в контексте сборки.



### Планирование сборки

Сборка в КОМПАС-3D — трехмерная модель, объединяющая модели деталей, подборок и стандартных изделий, а также информацию о взаимном положении компонентов.

Пользователь задает состав сборки, добавляя в нее новые компоненты или удаляя существующие. Модели компонентов хранятся в отдельных файлах на диске. В файле сборки хранятся только ссылки на компоненты.



---

При проектировании сборок в КОМПАС-3D возможно использование нескольких подходов и методик. Их описание можно найти в **Приложении VII. Методики проектирования сборок. Коллективная работа** справочной системы КОМПАС-3D.

---

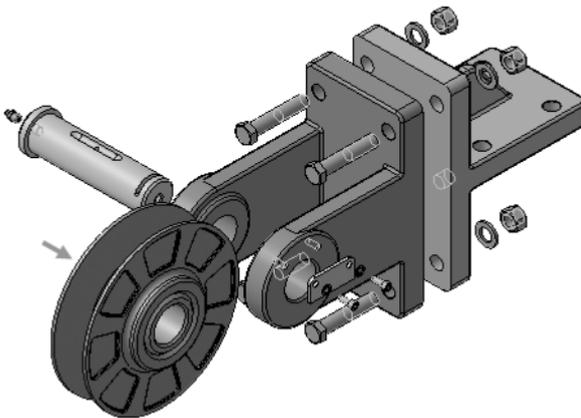
При создании данной сборки используются методики **Снизу вверх с размещением компонентов** и **Сверху вниз в контексте сборки**.

Изделие *Блок направляющий* состоит из одной сборочной единицы *Ролик* (указана стрелкой), четырех деталей и нескольких стандартных изделий. Все детали, входящие в изделие, хранятся в папке `\Tutorials\Блок направляющий` основного каталога установки системы. Вам нужно лишь выполнить сборочные операции.

По умолчанию программа КОМПАС-3D устанавливается в каталог *C:\Program Files\ASCOM\KOMPAS-3D V...* — это **основной каталог системы**. В этом каталоге находятся несколько вложенных каталогов (папок). Например, папка *\Samples* содержит примеры документов. В папке *\Tutorials* хранятся учебные материалы, в прочих папках — компоненты самой системы.

При изучении уроков вам придется открывать и модифицировать заранее подготовленные документы. Функция контроля учетных записей пользователей операционной системы Windows может препятствовать изменению файлов в системных каталогах компьютера. Можно предварительно скопировать файлы из папки *\Tutorials* в папку *Мои документы* или любую другую удобную для работы папку.

Изделие можно собрать из отдельных деталей, не прибегая к созданию подсборок. Однако, следует стремиться воспроизвести технологический процесс сборки. Это позволит создать необходимый комплект конструкторских документов.

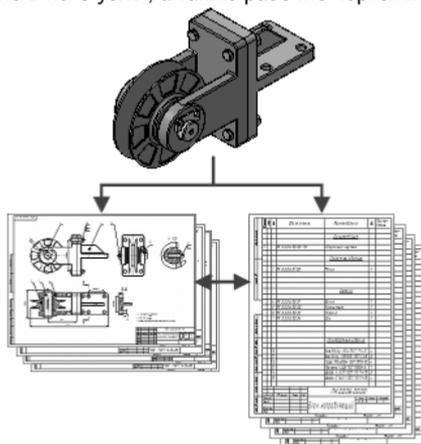


При изучении уроков вам придется открывать и модифицировать заранее подготовленные документы. Функция контроля учетных записей пользователей операционной системы Windows может препятствовать изменению файлов в системных каталогах компьютера. Можно предварительно скопировать файлы из папки *\Tutorials* в папку *Мои документы* или любую другую удобную для работы папку.

## Создание комплекта конструкторских документов

При проектировании изделия, кроме создания трехмерной модели, нужно получить комплект конструкторских доку-

ментов: сборочные чертежи и спецификации на само изделие и на входящие в него узлы, а также рабочие чертежи на детали.



При создании комплекта документов системы не накладывает каких-либо жестких ограничений на пользователя. Большинство операций можно выполнять в любой последовательности. Типовая последовательность действий может быть, например, такой.

- ▼ Создайте трехмерные модели деталей, входящих в изделие.
- ▼ Если в изделие входят сборочные единицы, создайте их.
- ▼ В компонентах, не относящихся к разделам *Детали* и *Сборочные единицы*, создайте объекты спецификации (ОС).
- ▼ Создайте 3D-сборку изделия.
- ▼ Создайте комплект спецификаций на изделие и на его сборочные единицы.

**Для каждой сборочной единицы выполните следующие действия:**

- ▼ Создайте сборочный чертеж. Проставьте на чертеже позиционные линии-выноски.
- ▼ Подключите чертеж к соответствующей спецификации.
- ▼ Включите позиционные линии-выноски в состав соответствующих ОС.
- ▼ Создайте рабочие чертежи деталей и подключите их к объектам раздела *Детали* спецификации.
- ▼ Закончите оформление спецификации: создайте раздел *Документация* и другие необходимые разделы. Заполните основную надпись.

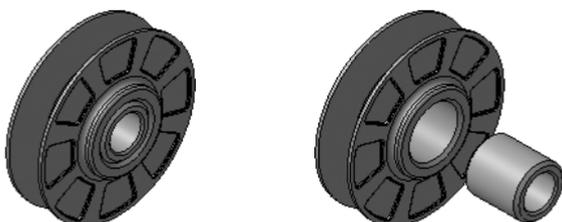
**Те же самые действия нужно повторить для всего изделия:**

- ▼ Создайте сборочный чертеж. Проставьте на чертеже позиционные линии-выноски.
- ▼ Подключите чертеж к соответствующей спецификации.

- ▼ Подключите спецификации и чертежи сборочных единиц к объектам раздела *Сборочные единицы* спецификации на изделие.
- ▼ Создайте рабочие чертежи деталей. Подключите чертежи деталей к объектам раздела *Детали* спецификации на изделие.
- ▼ Закончите оформление спецификации на изделие: создайте раздел *Документация* и другие необходимые разделы. Заполните основную надпись.

## Урок № 3. Создание сборочной единицы

В этом уроке показано создание простой сборочной единицы *Ролик*, состоящей из двух деталей: *Ролик* и *Втулка*. Сборка создается методом **Снизу вверх с размещением компонентов**.

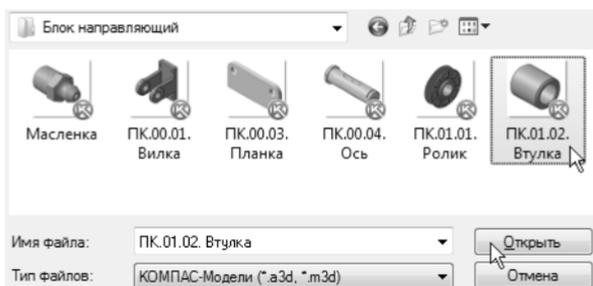


### В этом уроке рассматривается

- ▼ Библиотека Материалы и Сортаменты.
- ▼ Создание файла сборки.
- ▼ Добавление компонентов из файлов.
- ▼ Задание взаимного положения компонентов.
- ▼ Сопряжение компонентов.

### 3.1. Библиотека Материалы и Сортаменты

- ▼ Откройте файл детали *ПК.01.02. Втулка* в папке *\Tutorials\Блок направляющий*.



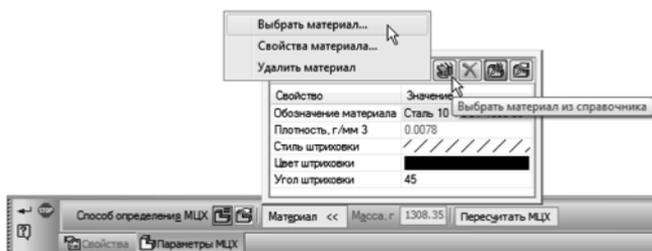
Если у вас нет лицензии на использование приложения Библиотека Материалы и Сортаменты, пропустите остальную часть этого раздела. Назначьте детали любой материал из раздела *Бронзы* списка материалов (см. раздел *Выбор материала из списка материалов* на с. 35).

- ▼ Войдите в режим определения свойств детали.
- ▼ На Панели свойств откройте вкладку **Параметры МЦХ**.

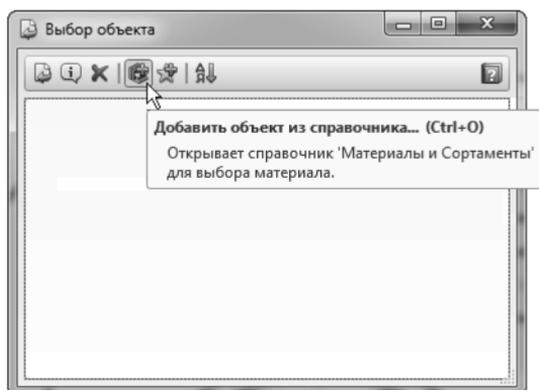
▼ На панели **Материал** нажмите кнопку **Выбрать материал из справочника**.



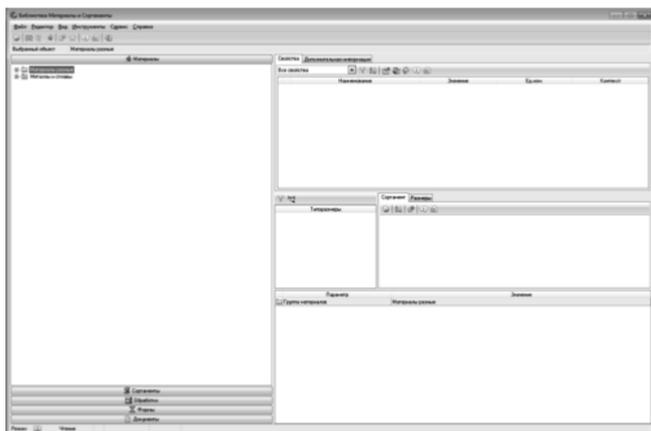
▼ Из появившегося меню вызовите команду **Выбрать материал...**



▼ В окне **Выбор объекта** нажмите кнопку **Добавить объект из справочника**.

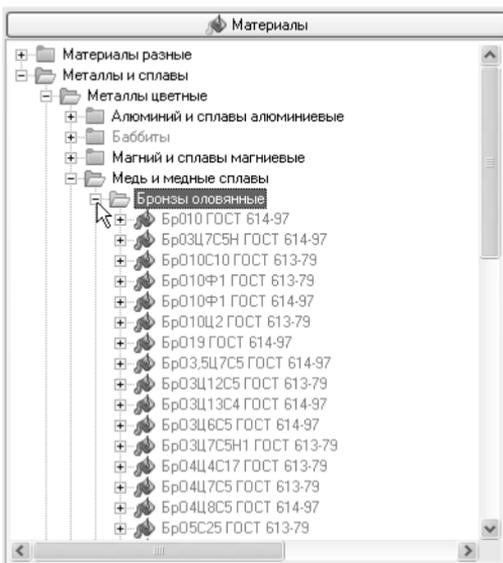


На экране откроется окно **Библиотека Материалы и Сортаменты**.



▼ На Панели выбора (в левой части окна) последовательно откройте «ветви» **Металлы и сплавы** — **Ме-**

*таллы цветные — Медь и медные сплавы —  
Бронзы оловянные.*

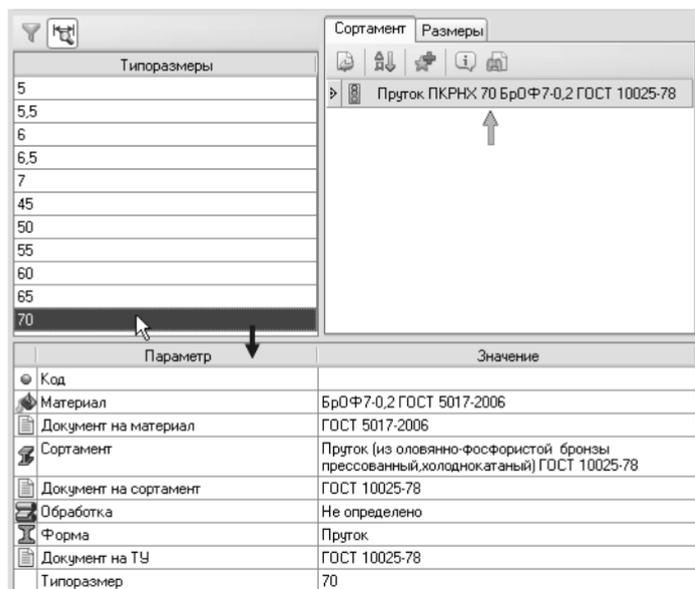


- ▼ Далее откройте «ветвь» *БрОФ7-0,2 ГОСТ 5017-2006* и укажите сортament *Пруток (из оловянно-фосфористой бронзы, прессованный, холоднокатанный) ГОСТ 10025.*

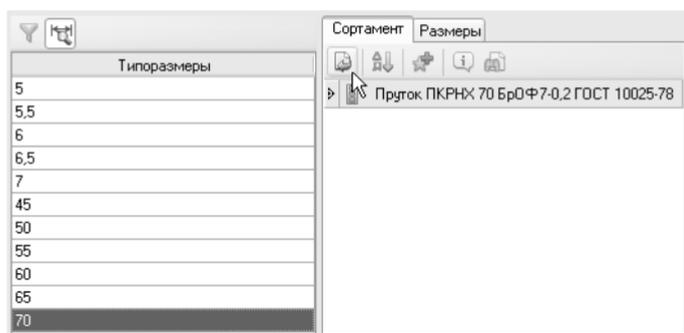


- ▼ В списке **Типоразмеры** укажите обозначение типоразмера **70**, соответствующее диаметру прутка **70 мм**.

В окне **Сортамент** появится обозначение экземпляра сортамента, созданного для данного типоразмера (серая стрелка). Перечень параметров экземпляра сортамента будет отображен ниже списка **Типоразмеры** (черная стрелка).



- ▼ Для того чтобы передать обозначение экземпляра сортамента в свойства модели, нажмите кнопку **Выбрать** на Панели инструментов окна **Сортамент**.



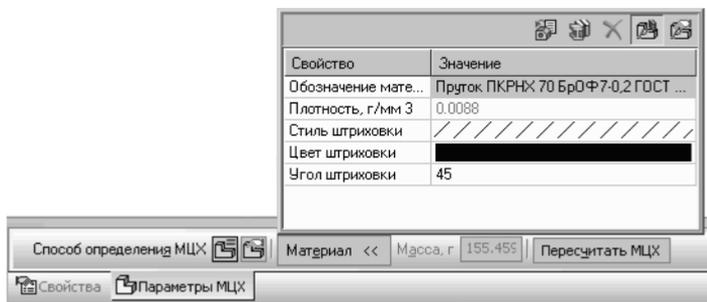
Так как для типоразмера **70** создан только один экземпляр сортамента, то после нажатия кнопки **Выбрать** он будет автоматически передан в модель. Если экземпляров сортамента несколько, перед нажатием кнопки укажите обозначение нужного экземпляра.



Окно **Библиотека Материалы и Сортаменты** закрывается, обозначение экземпляра сортамента будет скопировано на панель **Материал** Панели свойств.



- ▼ Для выхода из режима определения свойств детали нажмите кнопку **Создать объект**.



- ▼ Нажмите кнопку **Перестроить** на панели **Вид**.



- ▼ Нажмите кнопку **Сохранить** на панели **Стандартная**.

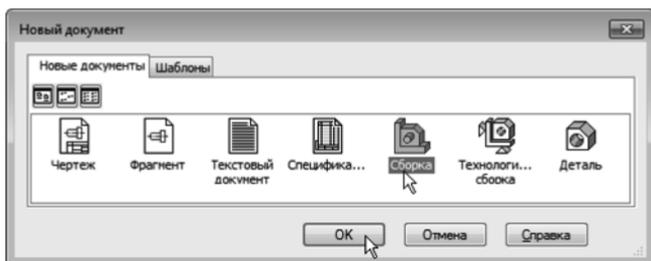


- ▼ Закройте окно детали *Втулка*.

## 3.2. Создание файла сборки

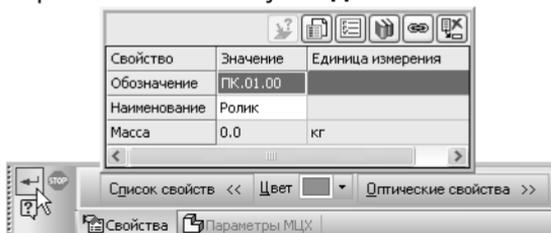


- ▼ Нажмите кнопку **Создать** на панели **Стандартная**.
- ▼ Укажите тип создаваемого документа — **Сборка** и нажмите кнопку **ОК**. На экране появится окно новой сборки.



- ▼ Войдите в режим определения свойств сборки. Для этого щелкните правой кнопкой мыши в пустом месте окна модели и вызовите из контекстного меню команду **Свойства модели**.
- ▼ Введите обозначение сборки *ПК.01.00* и ее наименование *Ролик*.

- ▼ Для выхода из режима определения свойств сборки нажмите кнопку **Создать объект**.

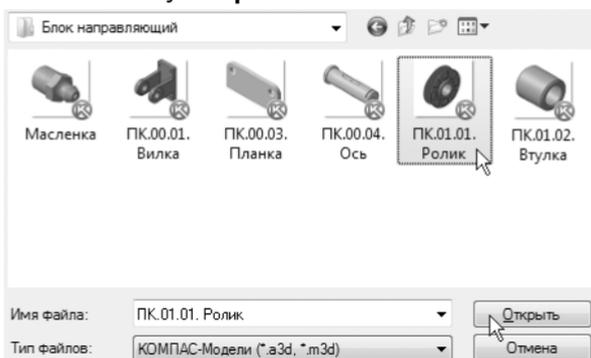


- ▼ Установите для модели стандартную ориентацию **Изометрия XYZ**.
- ▼ Сохраните сборку на диске под именем *ПК.01.00. Ролик* в папке *\Tutorials\Блок направляющий*.



### 3.3. Добавление компонентов из файлов

- ▼ Чтобы добавить в сборку компонент, уже имеющийся на диске в виде файла, нажмите кнопку **Добавить из файла** на панели **Редактирование сборки**.
- ▼ В диалоге открытия файлов, в папке *Блок направляющий*, укажите деталь *ПК.01.01. Ролик* и нажмите кнопку **Открыть**.



Обычно в качестве первого выбирают тот компонент сборки, к которому удобнее добавлять все прочие компоненты. Часто процесс создания сборки повторяет реальные сборочные операции. В этом уроке в *Ролик* нужно вставить *Втулку*.



На экране появится фантом указанного компонента, который можно перемещать в окне сборки.

- ▼ Аккуратно укажите точку начала координат сборки. Курсор должен находиться в режиме указания начала координат.



- ▼ Нажмите кнопку **Создать объект** на Панели специального управления.

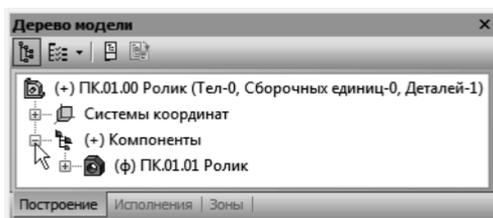
После вставки компонента в сборку его начало координат, направление осей координат и системные плоскости совмещаются с аналогичными элементами сборки.



В данном случае указать точку начала координат сборки нужно для того, чтобы система координат добавляемого компонента совпала с системой координат сборки. В результате этого компонент, который был симметричен относительно системных плоскостей в своей системе координат, будет симметричен относительно системных плоскостей в системе координат сборки. Это может несколько упростить сборку всего изделия.

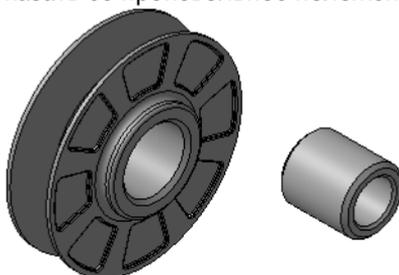


Первый компонент автоматически фиксируется в сборке в том положении, в котором он был вставлен. Признаком фиксации элемента служат символы (ф) слева от имени компонента в Дереве модели. Зафиксированный компонент не может быть перемещен или повернут в системе координат сборки. Фиксацию компонентов можно отключать и включать с помощью команд из контекстного меню.



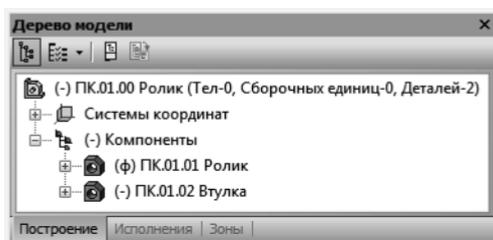
Хотя бы один из компонентов сборки обязательно должен быть зафиксирован. Это позволит правильно определить положение всех остальных компонентов.

- ▼ Добавьте в сборку деталь *ПК.01.02. Втулка*. Поместите ее рядом с *Роликом*. В этот момент достаточно указать ее произвольное положение.



- ▼ Раскройте «ветвь» *Компоненты* в Дереве модели.

Добавленные компоненты появляются в Дереве модели. Компонентам присваиваются наименования, заданные в свойствах их файлов.



### 3.4. Задание взаимного положения компонентов

При добавлении компонента в сборку конструктор сначала задает его предварительное положение, а потом определяет его точное положение. Обычно это выполняется за два этапа.

1. Уточняется положение и ориентация компонента путем его перемещения и вращения в пространстве сборки.
2. Определяется точное положение компонента путем наложения сопряжений.

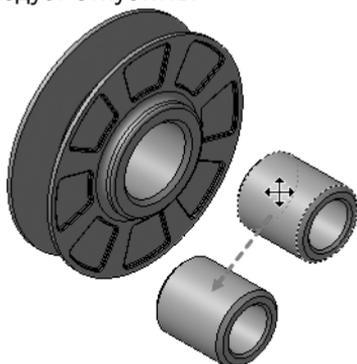
#### Перемещение компонентов

- ▼ Для перемещения компонента нажмите кнопку **Переместить компонент** на панели **Редактирование сборки** — при этом курсор меняет свою форму.



- ▼ Установите курсор на деталь *Втулка*, нажмите левую кнопку мыши и, не отпуская ее, переместите

деталь в новое положение. После этого кнопку мыши следует отпустить.

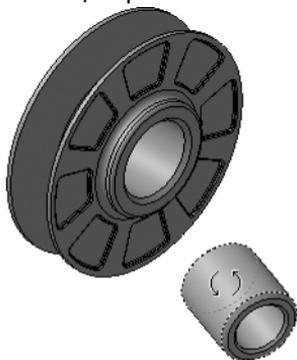


### Вращение компонентов



( )

- ▼ Для поворота компонента нажмите кнопку **Повернуть компонент** — при этом курсор меняет свою форму.
- ▼ Установите курсор на деталь *Втулка*, нажмите левую кнопку мыши и, не отпуская ее, перемещайте курсор. Деталь будет поворачиваться вокруг своего геометрического центра.



- ▼ Для выхода из команды поворота нажмите кнопку **Прервать команду** на Панели специального управления или клавишу <Esc> на клавиатуре.



В некоторых случаях пиктограммы компонентов сборки в Дереве модели могут быть помечены красной «галочкой». Это признак возникновения в модели временных противоречий между отображением модели в окне документа и ее параметрами в Дереве модели. Для их устранения нажмите кнопку **Перестроить** на панели **Вид**.

### 3.5. Сопряжение компонентов

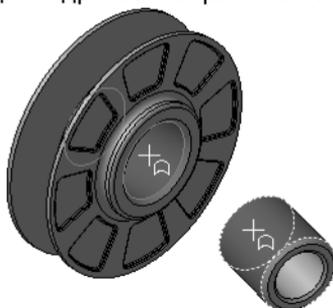
После предварительного размещения компонента можно приступить к заданию его точного положения в сборке. Это достигается за счет формирования сопряжений между компонентами.

**Сопряжение** — параметрическая связь между гранями, ребрами, вершинами, плоскостями или осями разных компонентов сборки. Для того чтобы определить положение детали *Втулка*, нужно задать два сопряжения.

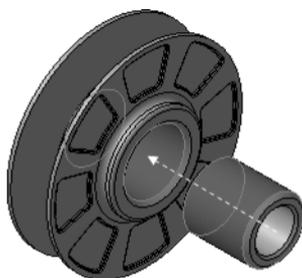
▼ Нажмите кнопку **Соосность** на инструментальной панели **Сопряжения**.



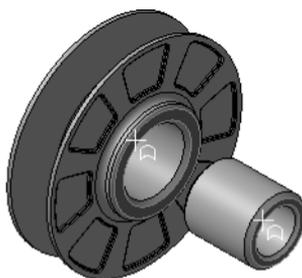
▼ Укажите цилиндрические грани на *Ролике* и *Втулке*.



Положение детали *Ролик* фиксировано в пространстве сборки. Деталь *Втулка* развернется так, что указанные грани станут соосными.

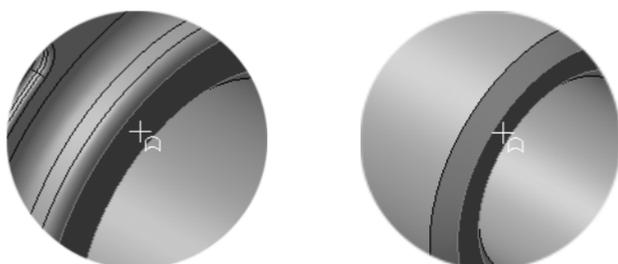


▼ Нажмите кнопку **Совпадение объектов** и укажите плоские кольцевые грани на *Ролике* и *Втулке*.





Обратите внимание на то, что курсор должен находиться в режиме указания граней. Если вы испытываете трудности при указании объектов, увеличьте масштаб изображения.



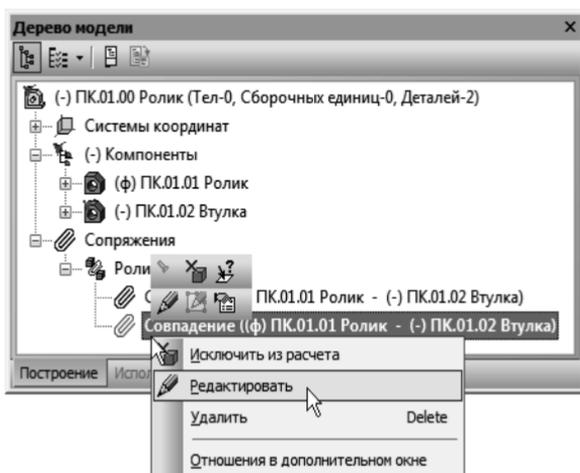
После этого деталь *Втулка* займет точное положение в сборке.



- ▼ Нажмите кнопку **Прервать команду**.
- ▼ Нажмите кнопку **Перестроить** на панели **Вид**.
- ▼ Нажмите кнопку **Сохранить** на панели **Стандартная**.



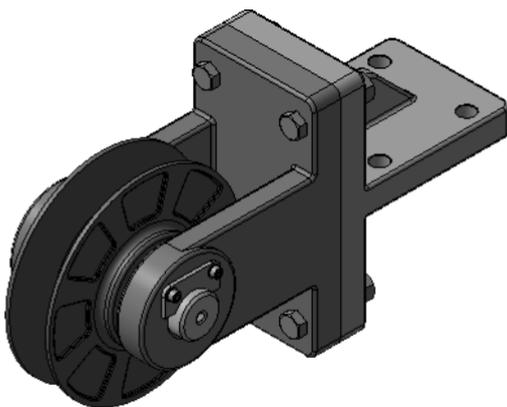
Все сопряжения сохраняются в Дереве модели на «ветви» *Сопряжения*. При необходимости их можно отредактировать, исключить из расчета или удалить.





## Урок № 4. Создание сборки изделия

В этом уроке показан процесс создания сборки изделия *Блок направляющий* из заранее подготовленных деталей и созданной на предыдущем уроке сборочной единицы *Ролик*. Сборка создается методом **Снизу вверх с размещением компонентов**.



### В этом уроке рассматривается

- ▼ Создание файла сборки. Добавление детали *Вилка*.
- ▼ Размещение по сопряжениям. Добавление сборочной единицы *Ролик*.
- ▼ Добавление детали *Ось*.
- ▼ Добавление детали *Планка*.

### 4.1. Создание файла сборки. Добавление детали Вилка

После создания сборочной единицы *Ролик* можно приступить к созданию сборки изделия.



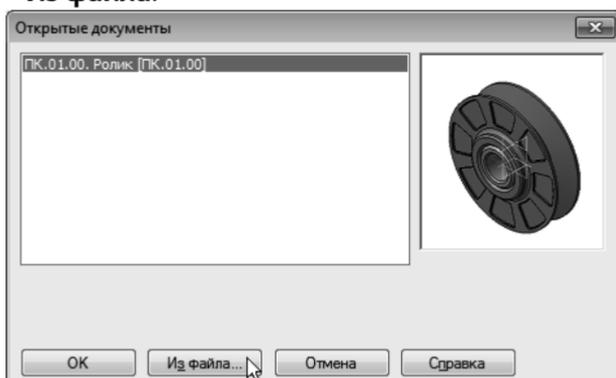
- ▼ Создайте новый файл сборки.
- ▼ Установите ориентацию **Изометрия XYZ**.
- ▼ В режиме определения свойств сборки задайте ее обозначение *ПК.00.00* и наименование *Блок направляющий*.



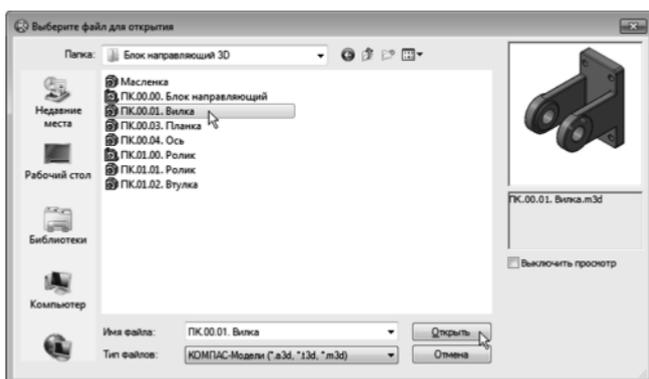
- ▼ Сохраните сборку на диске под именем *ПК.00.00. Блок направляющий* в папке *\Tutorials\Блок направляющий*.

## Добавление детали Вилка

- ▼ Нажмите кнопку **Добавить из файла**.
- ▼ В диалоге **Открытые документы** нажмите кнопку **Из файла**.



- ▼ В диалоге открытия файлов укажите деталь **ПК.00.01. Вилка** и нажмите кнопку **Открыть**.

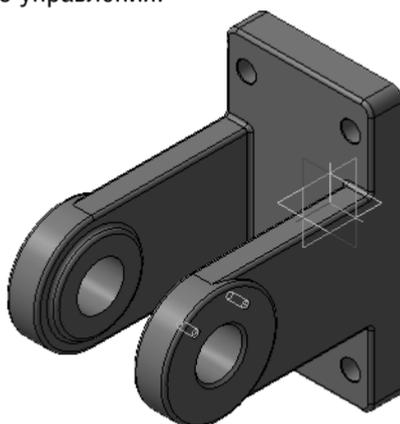


- ▼ Укажите точку начала координат сборки.





- ▼ Нажмите кнопку **Создать объект** на Панели специального управления.

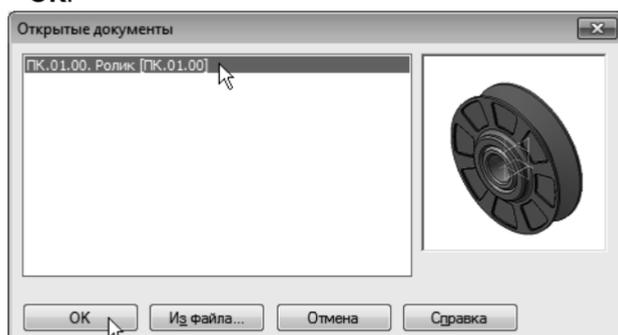


## 4.2. Размещение по сопряжениям. Добавление сборочной единицы Ролик

Процесс наложения сопряжений можно запустить непосредственно в процессе вставки. Таким образом все необходимые сопряжения можно наложить на компонент еще до завершения вставки. Объекты компонента, участвующие в сопряжениях, можно указывать как в основном окне модели, так и в дополнительном окне, содержащем только вставляемый компонент и Дерево его построения.

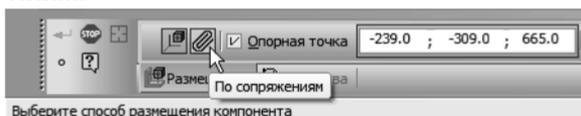


- ▼ Нажмите кнопку **Добавить из файла**.
- ▼ В диалоге **Открытые документы** укажите сборочную единицу *ПК.01.00. Ролик* и нажмите кнопку **ОК**.



- Если окно сборочной единицы было закрыто, нажмите кнопку **Из файла** и укажите ее положение на диске.

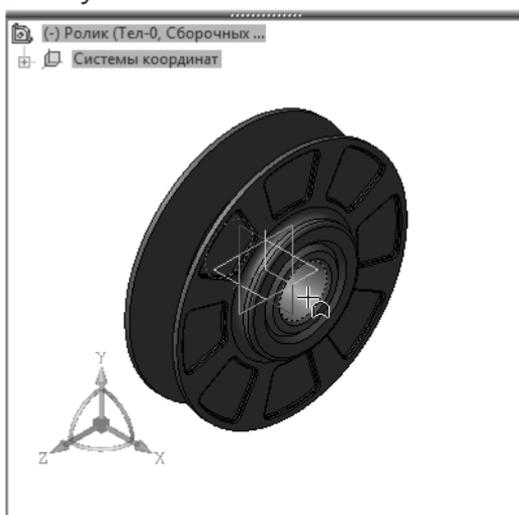
- ▼ На Панели свойств нажмите кнопку **По сопряжениям**.



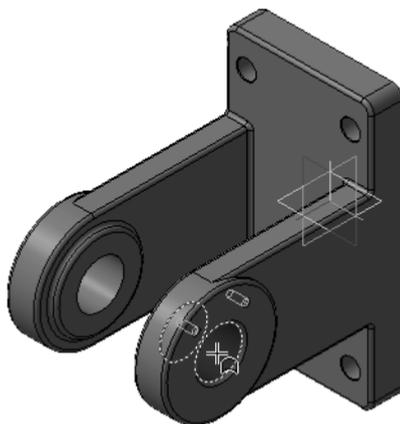
- ▼ В группе **Выбор сопряжения** на Панели свойств нажмите кнопку **Соосность**.



- ▼ В Дополнительном окне укажите цилиндрическую грань *Втулки*.



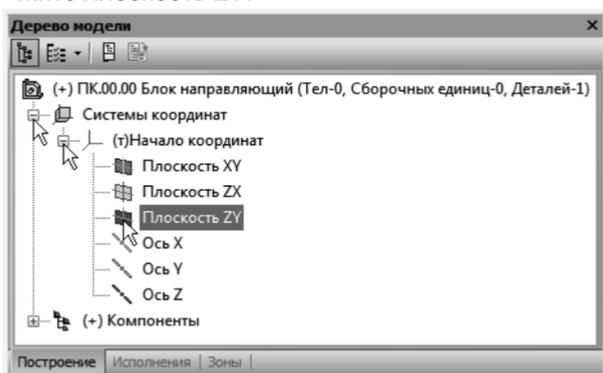
- ▼ В Окне модели укажите цилиндрическую грань *Вилки*.



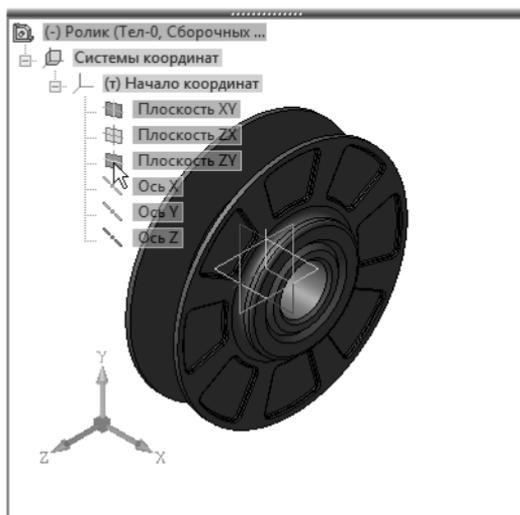
Ролик нужно расположить точно между проушинами *Вилки*. Для этого нужно совместить их системные плоскости.



- ▼ В группе **Выбор сопряжения** на Панели свойств нажмите кнопку **Совпадение объектов**.
- ▼ В Дереве модели сборки *Блок направляющий* укажите *Плоскость ZY*.

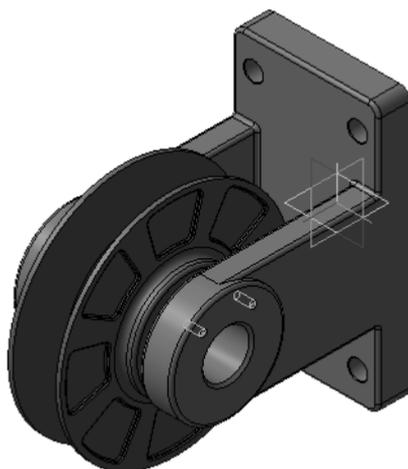


- ▼ Такую же плоскость укажите в Дереве модели сборочной единицы *Ролик* в Дополнительном окне.

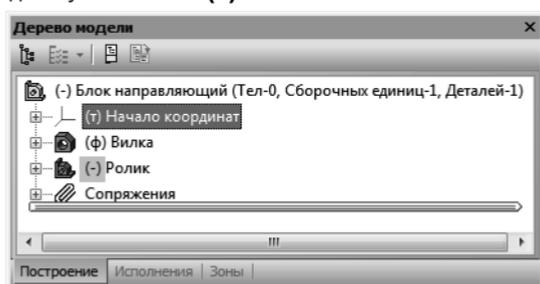


- ▼ Нажмите кнопку **Создать объект** на Панели специального управления.

Сборочная единица *Ролик* займет правильное положение в сборке.



После наложения двух сопряжений подсборка *Ролик* сохраняет одну степень свободы — ее можно поворачивать вокруг собственной оси. Признаком наличия у компонента степеней свободы служит символ (-) слева от названия компонента.



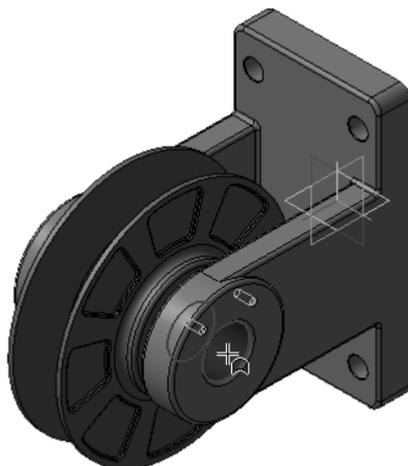
При размещении компонентов старайтесь добиваться максимальной степени определенности их положения в сборке. Компонент должен иметь только те степени свободы, которые обусловлены требованиями конструкции.

### 4.3. Добавление детали *Ось*

- ▼ Добавьте в сборку деталь *ПК.00.04. Ось*.
- ▼ На Панели свойств нажмите кнопку **По сопряжениям**.
- ▼ В группе **Выбор сопряжения** на Панели свойств нажмите кнопку **Соосность**.



- ▼ Укажите цилиндрическую грань *Вилки*.



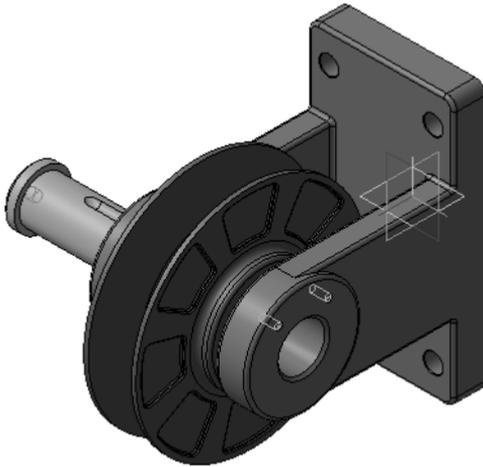
- ▼ В Дополнительном окне укажите цилиндрическую грань *Оси*.



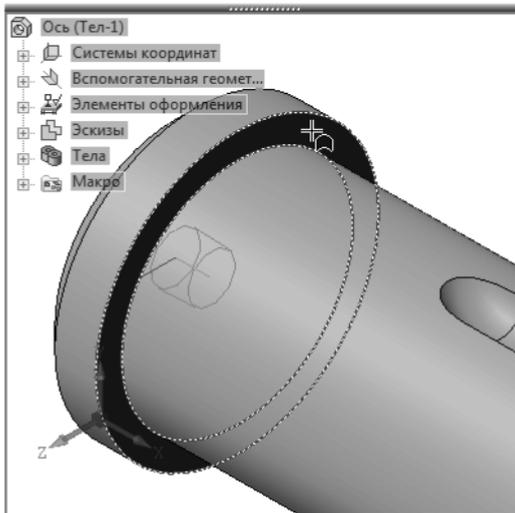
Управлять изображением в окне модели и в дополнительном окне можно независимо — сделайте активным нужное окно щелчком мыши.

---

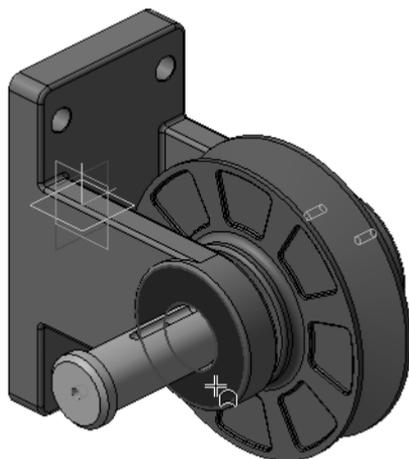
Деталь *Ось* будет расположена вдоль оси отверстия в проушине *Вилки*.



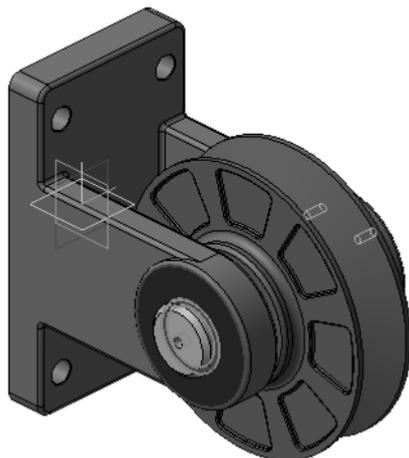
- ▼ Нажмите кнопку **Совпадение объектов**.
- ▼ Увеличьте деталь *Ось* и укажите плоскую кольцевую грань.



- ▼ Поверните сборку и укажите грань на *Вилке*, в которую при сборке должна упереться *Ось*.



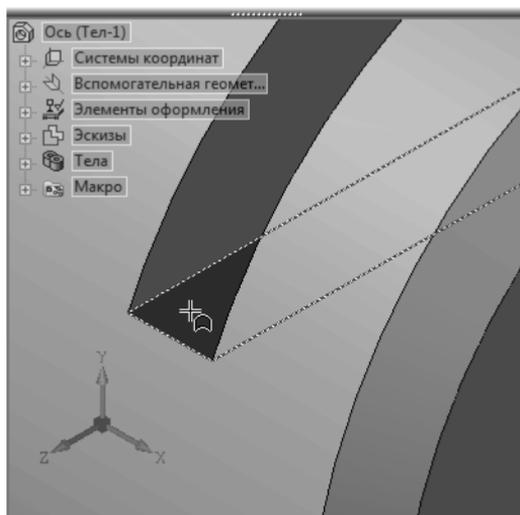
Деталь *Ось* будет вставлена в проушины *Вилки*.



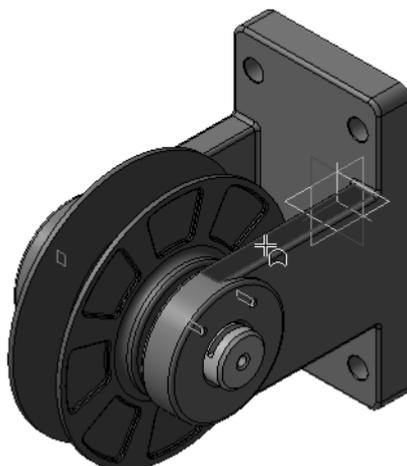
- ▼ Установите ориентацию **Изометрия XYZ**.



- ▼ Нажмите кнопку **Параллельность**. Укажите плоскую грань на дне паза.



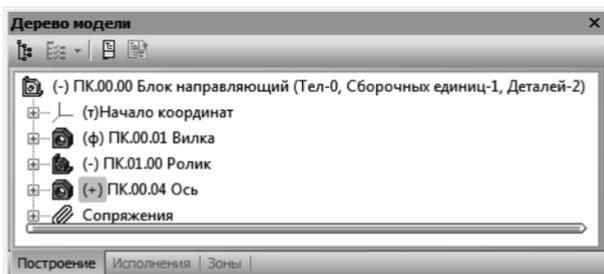
- ▼ Укажите плоскую грань на проушине.



- ▼ Нажмите кнопку **Создать объект** на Панели специального управления.



Положение детали *Ось* в сборке станет полностью определенным. Признаком отсутствия у компонента степеней свободы служит символ (+) слева от названия компонента.



## 4.4. Добавление детали Планка



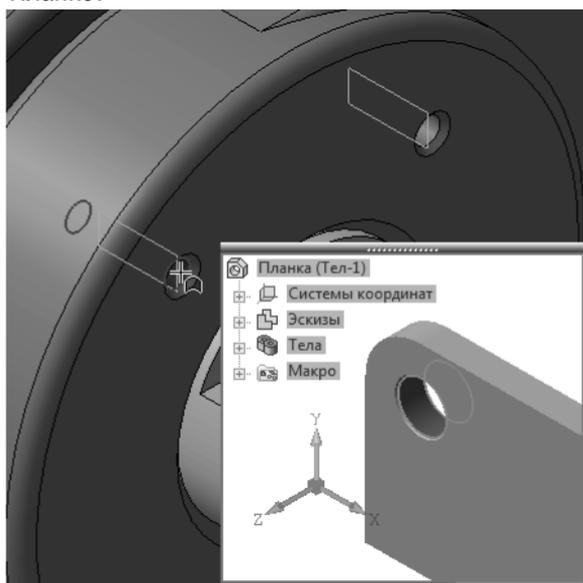
▼ Добавьте в сборку деталь *ПК.00.03. Планка*.



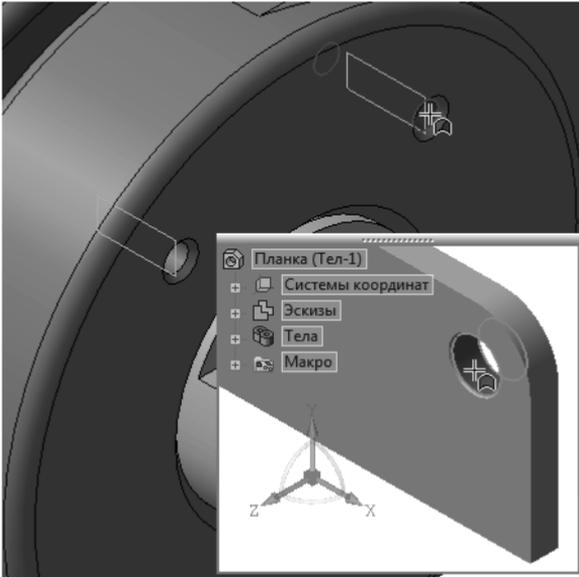
▼ На Панели свойств нажмите кнопку **По сопряжениям**.



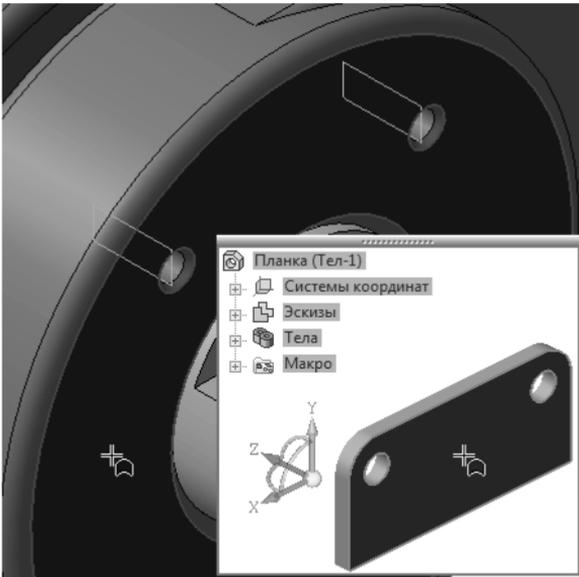
▼ Наложите сопряжение **Соосность** между левой парой цилиндрических граней на *Вилке* и на *Планке*.



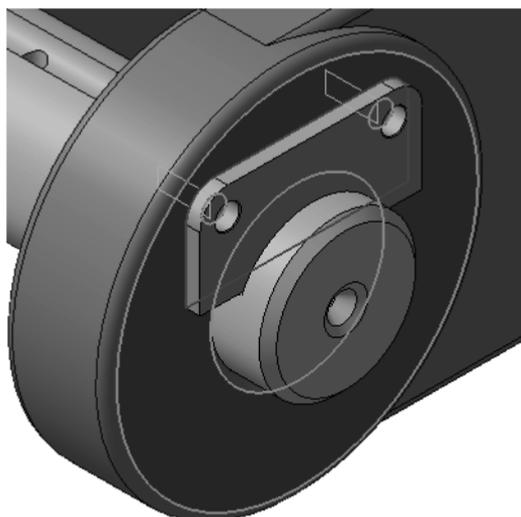
- ▼ Наложите сопряжение **Соосность** между правой парой граней.



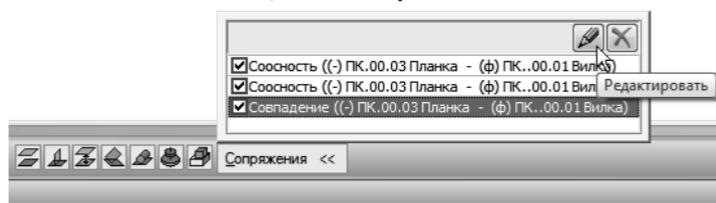
- ▼ Нажмите кнопку **Совпадение объектов**.
- ▼ Разверните сборку и укажите обратную грань *Планки*.
- ▼ Установите ориентацию **Изометрия XYZ** и укажите грань на *Вилке*.



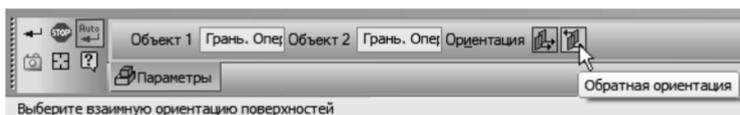
После этого *Планка* будет прижата к *Вилке* и займет правильное положение в сборке.



- ▼ Если деталь займет неправильную ориентацию, в списке **Сопряжения компонента** на Панели свойств укажите сопряжение **Совпадение** и нажмите кнопку **Редактировать**.



- ▼ Нажмите кнопку **Обратная ориентация**.

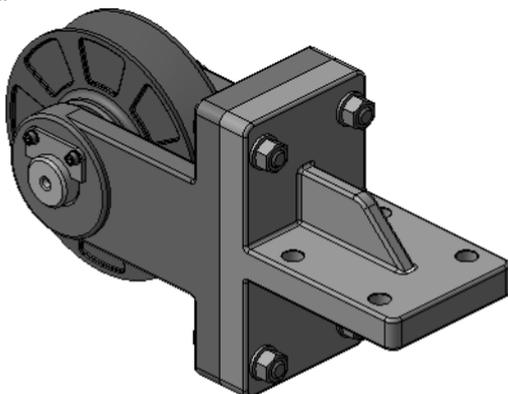


- ▼ Нажмите кнопку **Создать объект** на Панели специального управления.



## Урок № 5. Создание компонента в контексте сборки

В этом уроке на примере детали *Кронштейн* показано, как можно создать новую деталь методом **Сверху вниз в контексте сборки**.



### В этом уроке рассматривается

- ▼ Выдавливание без эскиза.
- ▼ Добавление опорной площадки.
- ▼ Создание ребра жесткости.
- ▼ Редактирование компонента «на месте».
- ▼ Редактирование компонента в окне.
- ▼ Построение отверстий. Библиотека Стандартные Изделия.
- ▼ Копирование элементов по сетке.
- ▼ Завершение детали *Кронштейн*.

### 5.1. Выдавливание без эскиза

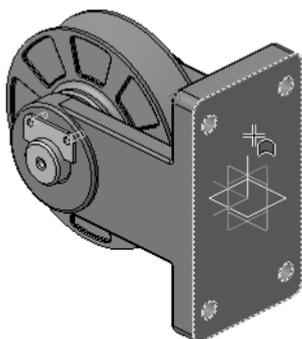


---

В процессе работы над сборкой система будет выдавать запросы относительно сохранения изменений в компонентах и необходимости перестроения сборки. Отвечайте на них утвердительно.

---

- ▼ Разверните сборку и укажите обратную грань детали *Вилка*.



- ▼ Нажмите кнопку **Создать деталь** на панели **Редактирование сборки**.



- ▼ Сохраните новую деталь на диске под именем *ПК.00.02. Кронштейн* в папке *\Tutorials\Блок направляющий*.

Обратите внимание на значки-индикаторы **Контекстное редактирование** и **Эскиз** — система находится в режиме контекстного редактирования (в данном случае — создания) новой детали. Активен режим создания эскиза. Все компоненты сборки выделяются цветом. Это означает, что они временно недоступны для редактирования, но их элементы (грани, ребра, вершины и др.) могут использоваться в операциях создания нового компонента.

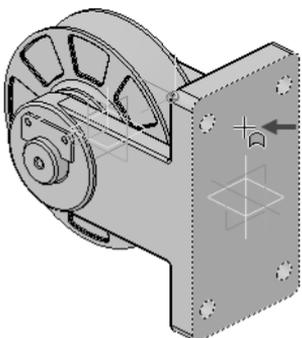


Основное требование к основанию детали *Кронштейн* состоит в том, что оно должно точно соответствовать основанию детали *Вилка*. Если сечение должно повторять форму грани, то для операции выдавливания эскиз можно не создавать.

- ▼ Щелчком мыши на индикаторе **Эскиз** отключите режим.



- ▼ Вновь укажите грань детали *Вилка*.



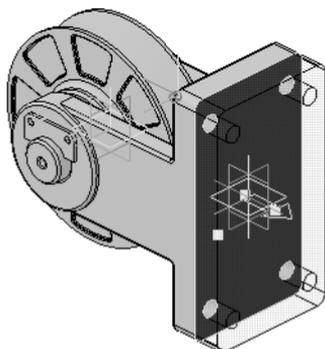


▼ Нажмите кнопку **Операция выдавливания** на панели **Редактирование детали**.

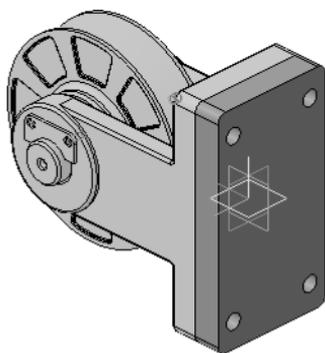


▼ На Панели свойств раскройте список **Направление** и укажите **Прямое направление**.

▼ В поле **Расстояние 1** на Панели свойств введите значение *30 мм*.



▼ Нажмите кнопку **Создать объект** — будет создано основание новой детали.

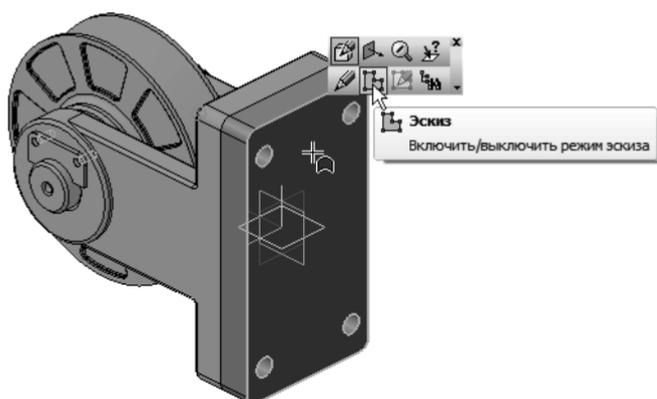


## 5.2. Добавление опорной площадки

В средней части основания нужно создать опорную площадку.



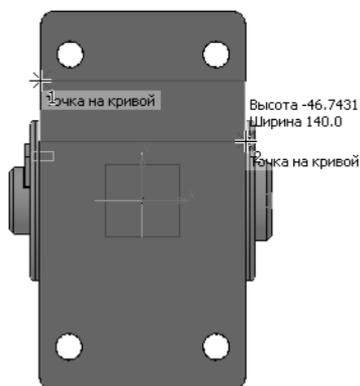
▼ Укажите грань и создайте на ней новый эскиз.



- ▼ Постройте прямоугольник. Положение его вершин укажите на вертикальных ребрах основания с помощью привязки **Точка на кривой**.



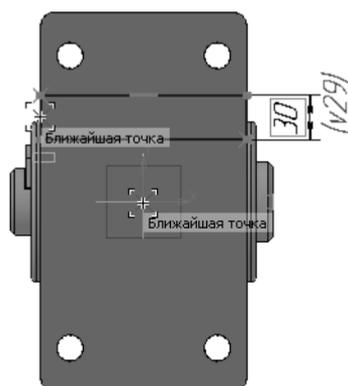
За счет этой связи ширина прямоугольника всегда будет равна ширине основания детали. Размеры прямоугольника в вертикальном направлении — произвольные.



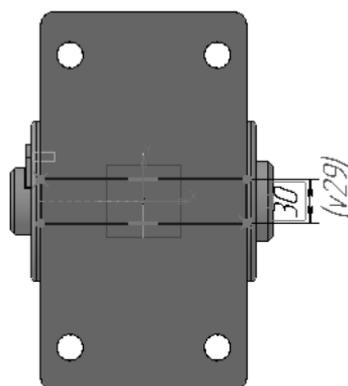
- ▼ Проставьте вертикальный размер, определяющий высоту прямоугольника и присвойте ему значение **30 мм**.
- ▼ Нажмите кнопку **Выровнять точки по горизонтали** на Расширенной панели команд параметризации точек инструментальной панели **Параметризация**.



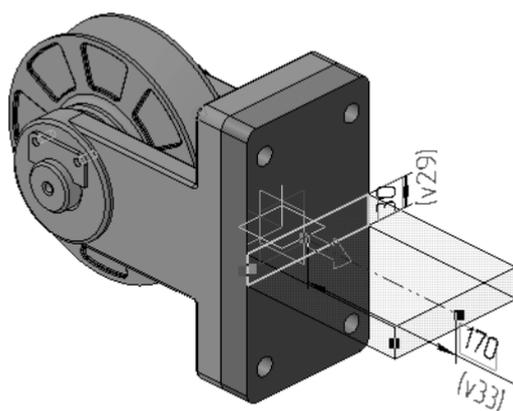
- ▼ Укажите среднюю точку на отрезке и точку начала координат эскиза.



Прямоугольник переместится в середину основания.



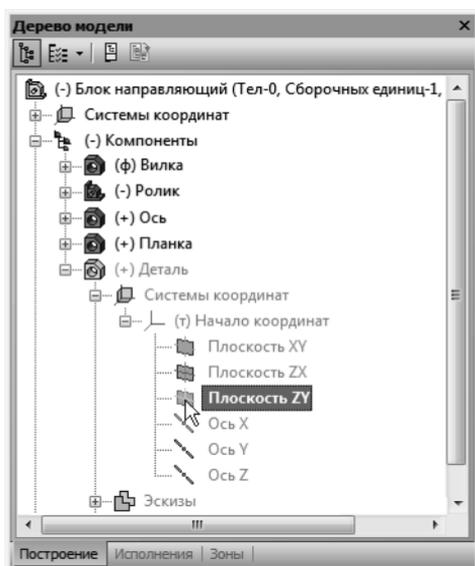
- ▼ Выдавите эскиз в прямом направлении на расстояние 170 мм.



### 5.3. Создание ребра жесткости

Основание нужно связать с опорной площадкой ребром жесткости.

- ▼ В Дереве модели раскройте «ветви» *Компоненты — Деталь — Системы координат* и укажите *Плоскость ZY*.



- ▼ Нажмите кнопку **Эскиз**.

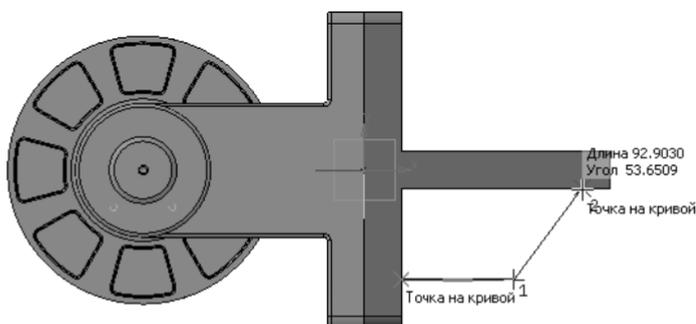


Эскиз ребра жесткости представляет собой простой контур, состоящий из горизонтального и наклонного отрезка. Если нужно построить серию отрезков, удобнее пользоваться командой **Непрерывный ввод объектов**.

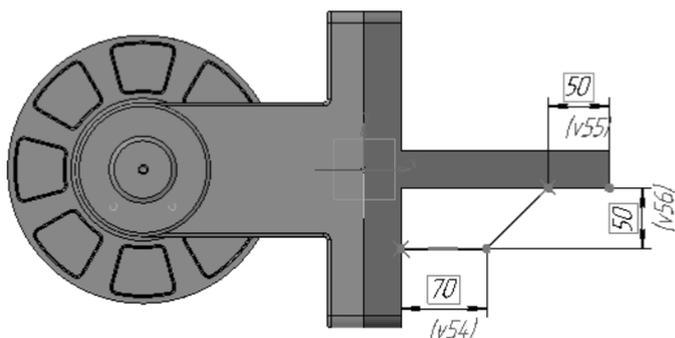
- ▼ Нажмите кнопку **Непрерывный ввод объектов** на панели **Геометрия**.



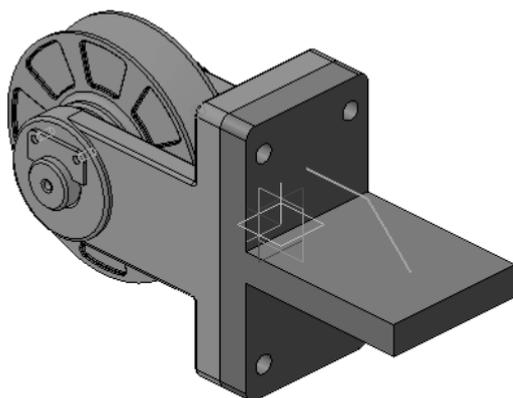
- ▼ Постройте два отрезка так, как это показано на рисунке. Для этого укажите «на глаз» три точки, через которые проходят отрезки.



- ▼ Для окончательного определения эскиза проставьте три линейных размера.



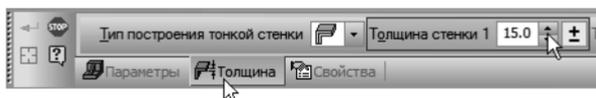
- ▼ Закройте эскиз — модель должна выглядеть так, как показано на рисунке.



- ▼ Нажмите кнопку **Ребро жесткости** на панели **Редактирование детали**.

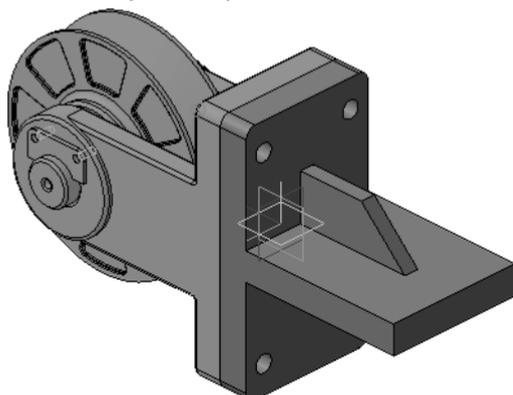


- ▼ Откройте вкладку **Толщина** на Панели свойств.
- ▼ В поле **Толщина стенки** введите значение **15 мм**.



- ▼ Нажмите кнопку **Создать объект**.

Ребро жесткости будет построено.



## 5.4. Редактирование компонента на месте

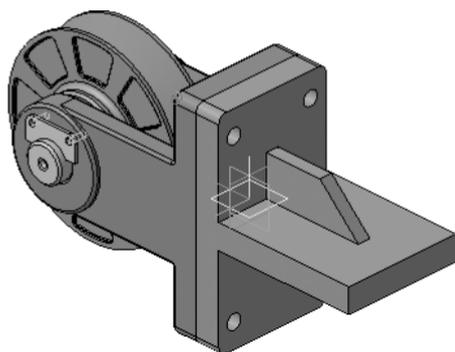
В любой момент можно прервать работу над деталью и вернуться к работе со сборкой.

▼ Отключите кнопку **Редактировать на месте** на панели **Текущее состояние**.



▼ Ответьте **Да** на запрос системы относительно сохранения изменений в детали.

Система вернется в режим редактирования сборки. Все компоненты восстановят свой цвет — они вновь доступны для редактирования.



В любой момент можно продолжить работу над любой деталью в контексте сборки.

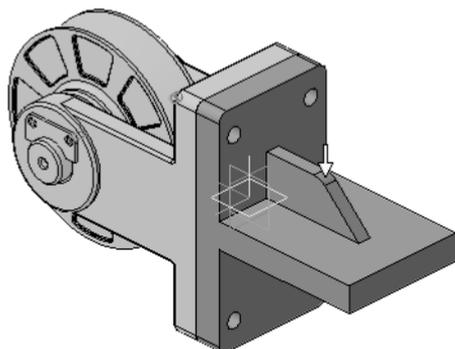
▼ Проследите за тем, чтобы элемент *Деталь* в Дереве модели был текущим.

▼ Нажмите кнопку **Редактировать на месте** — система вернется в режим редактирования.





- ▼ На ребре жесткости постройте скругление радиусом *20 мм*.



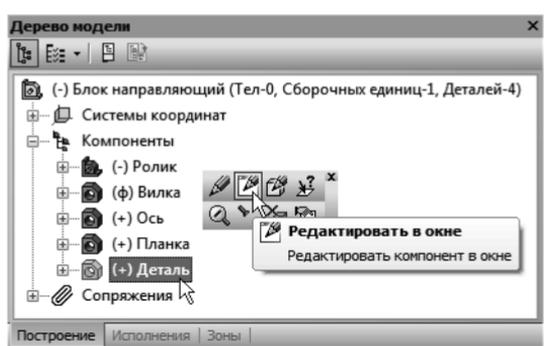
- ▼ Отключите кнопку **Редактировать на месте**.
- ▼ Ответьте **Да** на запросы системы относительно сохранения изменений в детали.

## 5.5. Редактирование компонента в окне

После того как основные элементы детали определены в контексте сборки, дальнейшую работу над ней можно продолжить в отдельном окне.

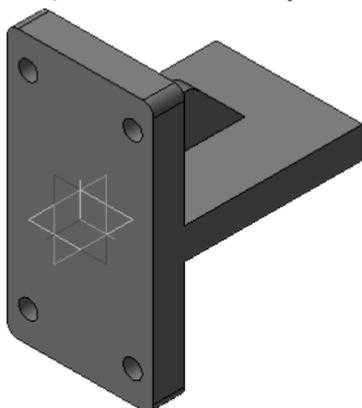


- ▼ Укажите компонент *Деталь* в Дереве модели и вызовите из контекстного меню команду **Редактировать в окне**.



Деталь *Кронштейн* будет открыта в отдельном окне.

- ▼ Установите ориентацию **Изометрия XYZ**.



## 5.6. Построение отверстий. Библиотека Стандартные Изделия

В опорной площадке нужно построить четыре сквозных отверстия. Для этой цели можно использовать либо команду **Вырезать выдавливанием**, либо команды построения отверстий, например, команду **Отверстие с зенковкой**. Более высокий уровень сервиса можно получить при использовании Библиотеки Стандартные Изделия.



---

Если у вас нет лицензии на использование Библиотеки Стандартные Изделия, постройте отверстие с помощью одной из упомянутых выше команд.

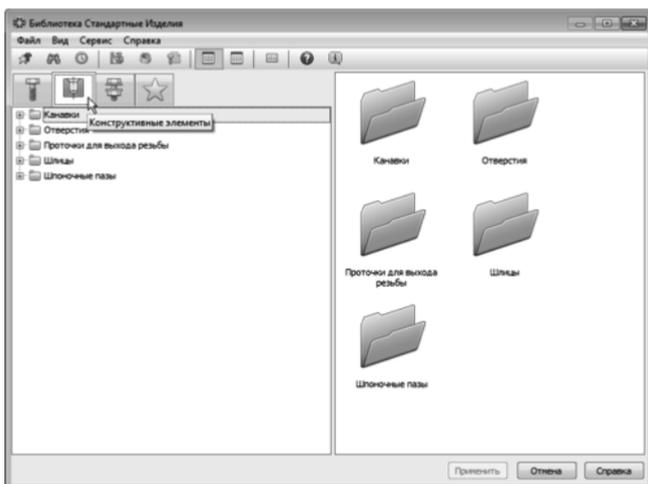
---



- ▼ Вызовите команду **Библиотеки — Стандартные изделия — Вставить элемент**.

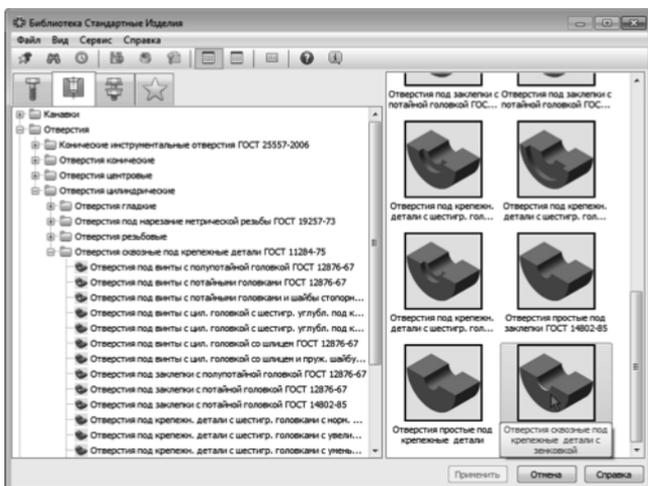
На экране откроется окно Библиотеки Стандартные Изделия.

▼ Нажмите кнопку **Конструктивные элементы**.

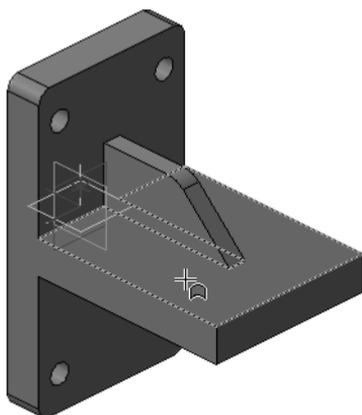


▼ В Дереве библиотеки, расположенном в *Области навигации*, раскройте «ветви» *Отверстия — Отверстия цилиндрические — Отверстия сквозные под крепежные детали ГОСТ 11284-75*.

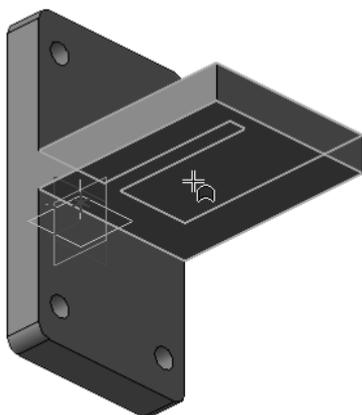
▼ Выполните двойной щелчок мышью на элементе *Отверстия сквозные под крепежные детали с зенковкой* — система перейдет в режим позиционирования отверстия.



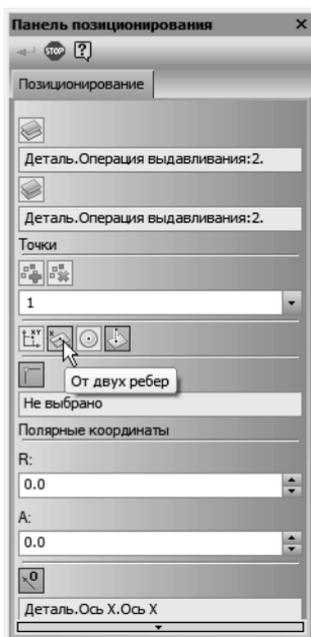
- ▼ В окне модели укажите грань опорной площадки.



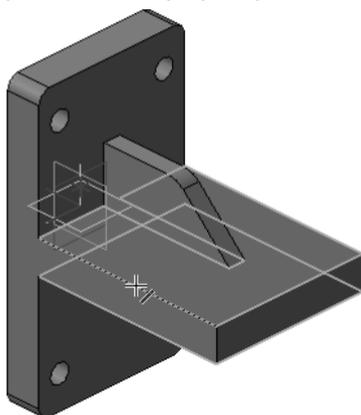
- ▼ Поверните модель и укажите обратную грань опорной площадки.



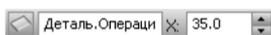
- ▼ Определите способ позиционирования отверстия. Для этого на Панели свойств нажмите кнопку **От двух ребер**.



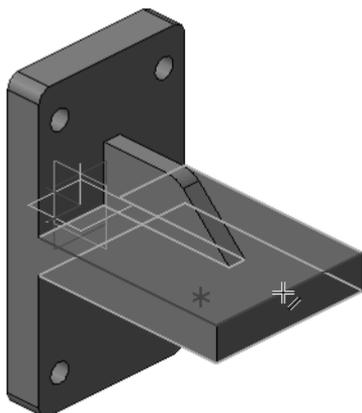
- ▼ Поверните модель и аккуратно укажите длинное ребро на опорной площадке. Курсор должен находиться в режиме выбора ребер.



- ▼ В поле **Координата X** введите значение **35 мм**.



- ▼ Укажите короткое ребро на опорной площадке.



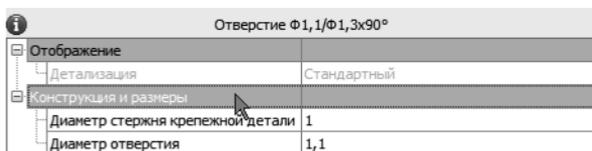
- ▼ В поле **Координата Y** введите значение *20 мм*.



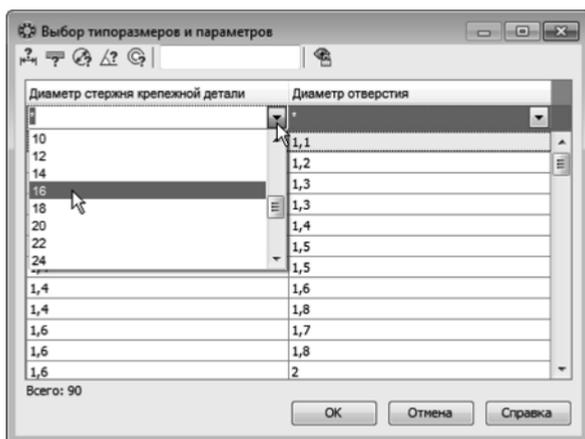
- ▼ Позиционирование отверстия закончено — нажмите кнопку **Создать объект**.



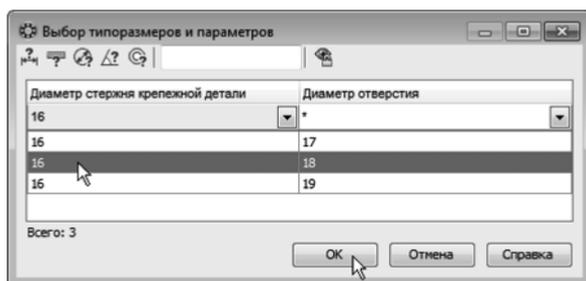
- ▼ Выполните двойной щелчок мышью в поле **Конструкция и размеры**.



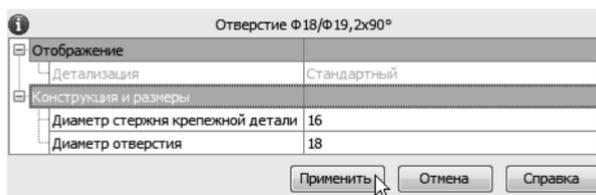
- ▼ В окне **Выбор типоразмера и параметров** откройте список **Диаметр стержня крепежной детали** и укажите *16 мм*.



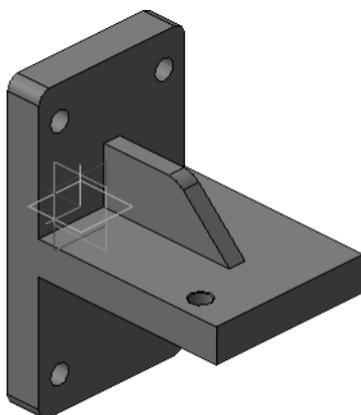
- ▼ Система предложит три варианта отверстий разного диаметра. Укажите значение *18 мм* и нажмите кнопку **ОК**.



- ▼ В окне Библиотеки Стандартные Изделия нажмите кнопку **Применить**.



В модели будет построено отверстие, а в Дереве модели появится новый элемент.



- ▼ Нажмите кнопку **Прервать команду** на Панели специального управления.
- ▼ Щелчком на кнопке **Отмена** закройте окно Библиотеки Стандартные Изделия.

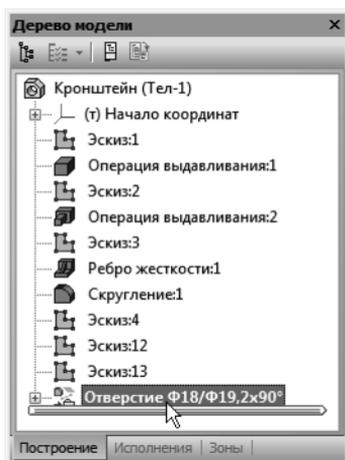
## 5.7. Копирование элементов по сетке

Остальные отверстия можно построить как массив элементов с помощью операции копирования по сетке.

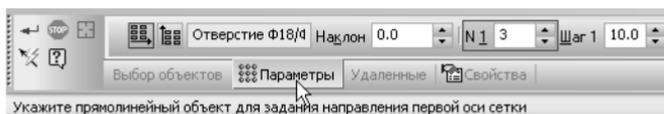
Всегда старайтесь использовать массивы — это упрощает создание деталей и сборок. Например, в сборках элементы крепежа можно автоматически вставить в целую группу отверстий, если они являются массивом.



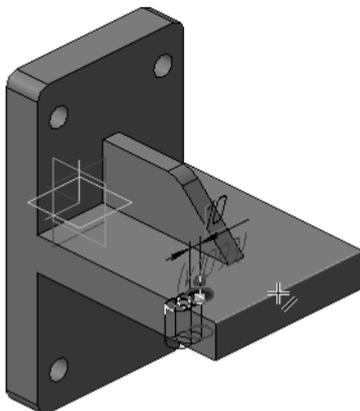
- ▼ Нажмите кнопку **Массив по сетке** на инструментальной панели **Массивы**.
- ▼ Укажите отверстие в Дереве модели.



- ▼ Откройте вкладку **Параметры** на Панели свойств — система перейдет в режим определения параметров массива.



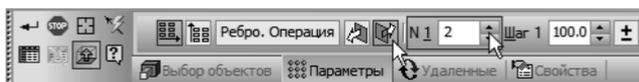
- ▼ В модели укажите прямолинейное ребро, которое будет являться первой осью массива.



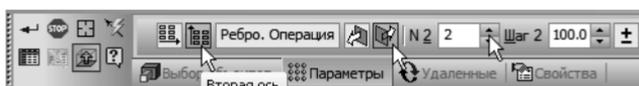
- ▼ В поле **N1** (количество копий по первой оси) введите значение *2*.
- ▼ В поле **Шаг 1** (значение шага по первой оси) введите значение *100*.



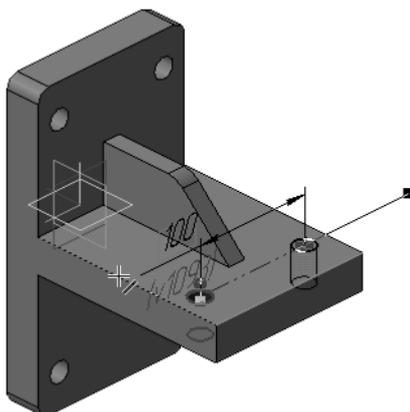
- ▼ На Панели свойств включите кнопку **Обратное направление**.



- ▼ На Панели свойств включите кнопку **Вторая ось**.



- ▼ В модели укажите прямолинейное ребро, которое будет являться второй осью массива.

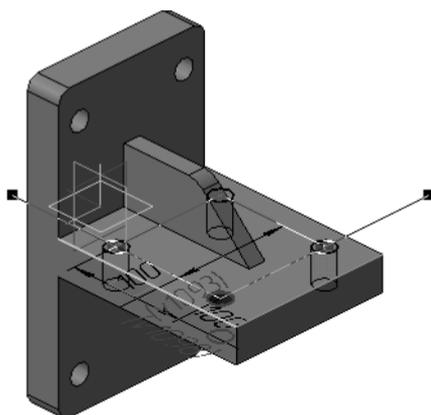


- ▼ В поле **N2** (количество копий по второй оси) введите значение *2*.
- ▼ В поле **Шаг 2** (значение шага по второй оси) введите значение *100*.

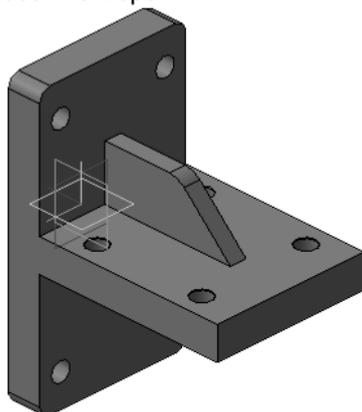


- ▼ Включите кнопку **Обратное направление**.

Фантом массива перестроится.

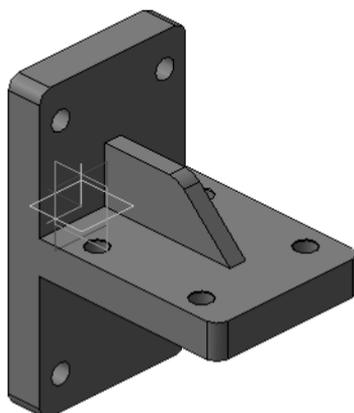


- ▼ Нажмите кнопку **Создать объект** — будет построен массив отверстий.



## 5.8. Завершение детали Кронштейн

- ▼ На опорной площадке постройте два скругления радиусом *10 мм*.

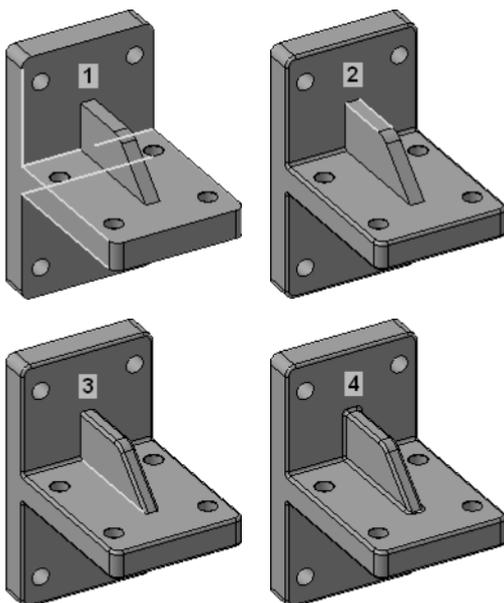




- ▼ Скруглите все острые кромки радиусом 3 мм. Кромки, расположенные на обратной стороне, скруглять не нужно.



В случаях сложной геометрии может потребоваться выполнение ряда последовательных операций скругления, даже если элементы имеют одинаковый радиус. Последовательность скругления ребер детали *Кронштейн* показана ниже. При построении всех скруглений опция **Продолжать по касательным ребрам** на Панели свойств должна быть включенной.



### Определение свойств детали

- ▼ Войдите в режим определения свойств детали. Введите ее обозначение *ПК.00.02*, наименование *Кронштейн*, измените цвет детали на *Сливовый*.
- ▼ Назначьте для детали материал — серый чугун *СЧ18 ГОСТ 1412-85*.



- ▼ Нажмите кнопку **Создать объект**.



- ▼ Нажмите кнопку **Перестроить** на панели **Вид**.

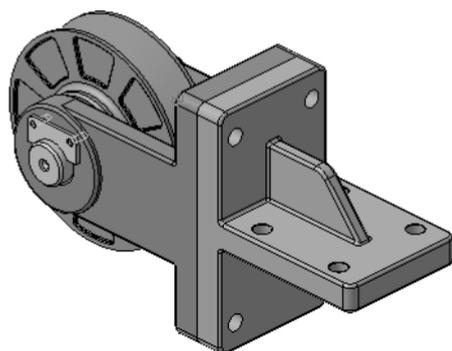


- ▼ Нажмите кнопку **Сохранить** на панели **Стандартная**.



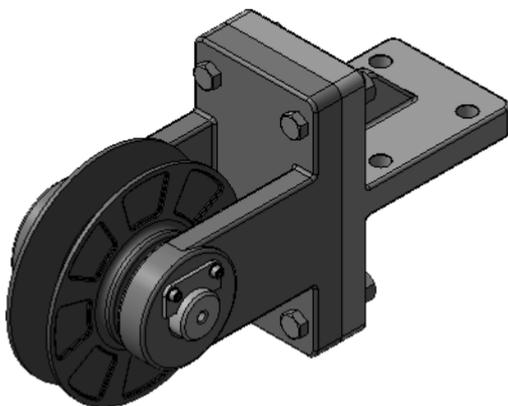
- ▼ Закройте окно модели.

В окне сборки изделия деталь *Кронштейн* будет содержать все внесенные в нее изменения.



## Урок № 6. Добавление стандартных изделий

В этом уроке показано, как добавить в сборку крепежные элементы из Библиотеки Стандартные Изделия.



### В этом уроке рассматривается

- ▼ Добавление стопорных шайб.
- ▼ Добавление винтов.
- ▼ Добавление набора элементов.
- ▼ Создание массива по образцу.
- ▼ Добавление масленки.
- ▼ Режим сечения модели.



---

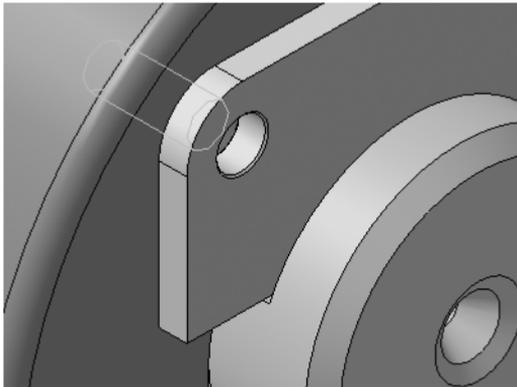
Если у вас нет лицензии на использование приложения **Библиотека Стандартные Изделия**, то пропустите этот урок. Переходите к следующему уроку (Урок № 7 на с. 182).

---

### 6.1. Добавление стопорных шайб

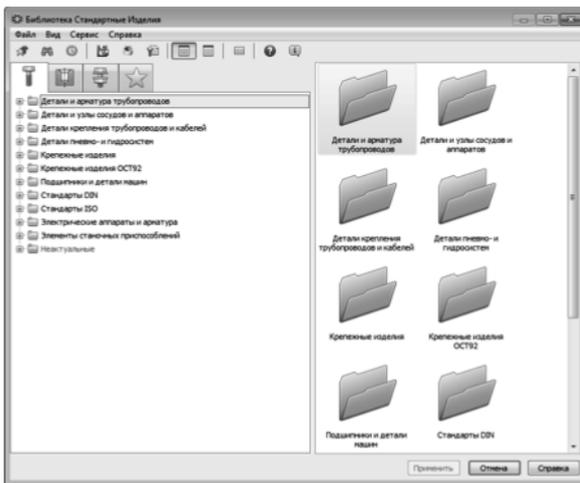
*Планку необходимо прикрепить к Вилке винтами и шайбами.*

- ▼ Установите ориентацию **Изометрия XYZ** и увеличьте место установки *Планки*.



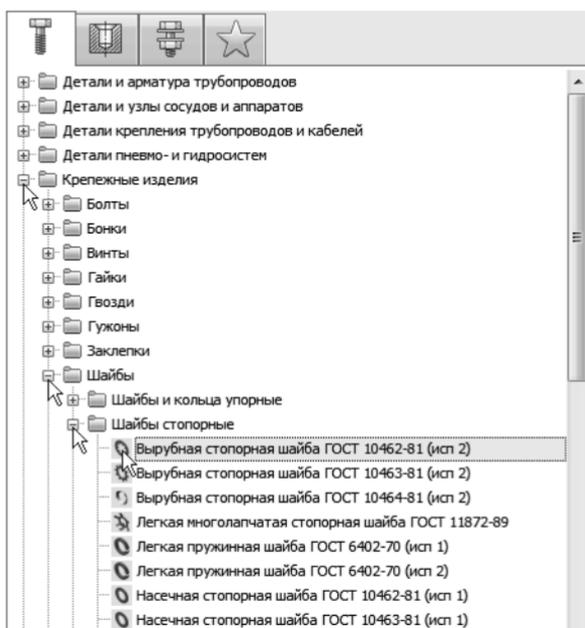
- ▼ Вызовите команду **Библиотеки — Стандартные изделия — Вставить элемент**.

На экране откроется окно **Библиотека Стандартные Изделия**.



- ▼ Откройте вкладку **Стандартные изделия** в верхней части окна.
- ▼ В Дереве окна раскройте «ветвь» *Крепежные изделия* щелчком на значке «+» слева от названия ветви.
- ▼ Затем раскройте «ветви» *Шайбы — Шайбы стопорные*.

- ▼ Выполните двойной щелчок мышью на элементе *Вырубная стопорная шайба ГОСТ 10462-81 (исп 2)*.



- ▼ В *Области свойств* выполните двойной щелчок мышью в поле **Диаметр крепежной детали**.

Ограничительный перечень Все размеры

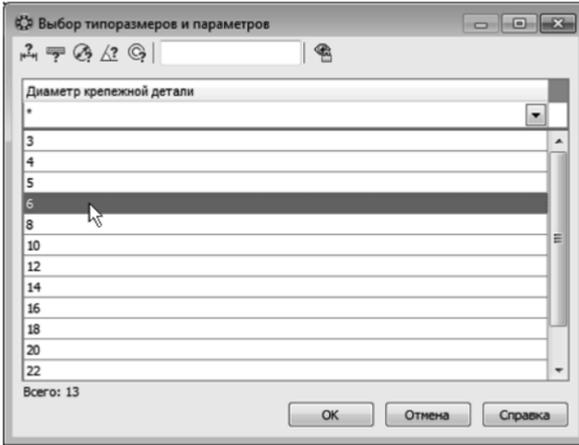
Шайба 2.6 ГОСТ 10462-81

Отображение	
Детализация	Стандартный
Конструкция и размеры	
Диаметр крепежной детали	6
Материалы	
Наименование	Без указания материала
Покрытия	
Толщина покрытия	Нет
Вид покрытия	Без покрытия

Название	Значение
Обозначение	Шайба 2.6 ГОСТ 10462-81
Код изделия	<Код не задан>
Внутренний диаметр	6,3
Число зубьев	7
Разводка зубьев	1,1
Диаметр по загибу зубьев	7,6
Толщина листа	0,6
Наружный диаметр	12,5
Обозначение стандарта	ГОСТ 10462-81
Указатель	
Масса	0,0003564
Типоразмер	2.6
Код ОКП	459800
Вид изделия	Шайба
Раздел спецификации	Стандартные изделия

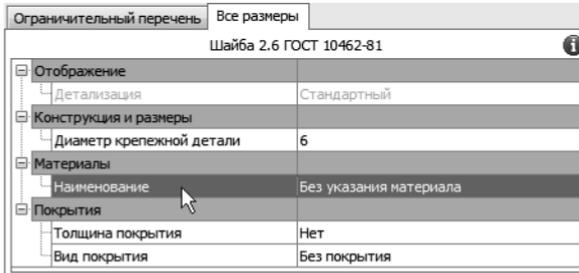
Изображение Модель

- ▼ В списке **Выбор типоразмеров и параметров** выполните двойной щелчок на значении диаметра крепежной детали **6 мм**.

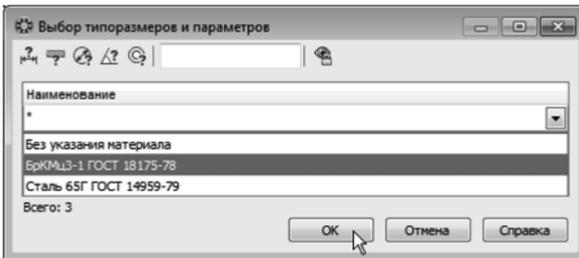


Кроме размеров можно определять другие параметры изделия: материал шайбы, материал и толщину покрытия.

- ▼ В *Области свойств* выполните двойной щелчок мышью в поле **Наименование** «ветви» *Материалы*.



- ▼ Укажите материал и нажмите **OK**.



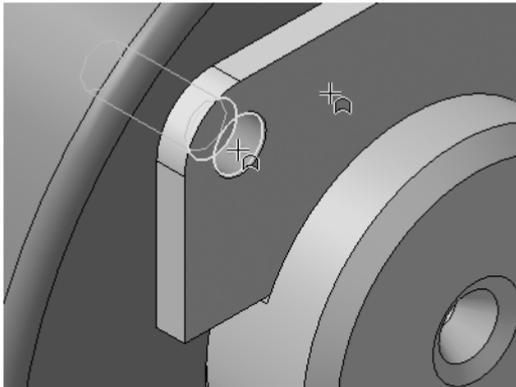
- ▼ В окне **Библиотеки Стандартные Изделия** нажмите кнопку **Применить**.



Для элементов крепежа предусмотрена возможность автоматического сопряжения. Нужно указать плоскую грань, на которую должен быть установлен крепежный элемент (будет наложено сопряжение **Совпадение**) и цилиндрическую грань, определяющую ось (будет наложено сопряжение **Соосность**).

- ▼ Укажите плоскую грань *Планки* и цилиндрическую грань отверстия.

- ▼ Нажмите кнопку **Создать объект**.



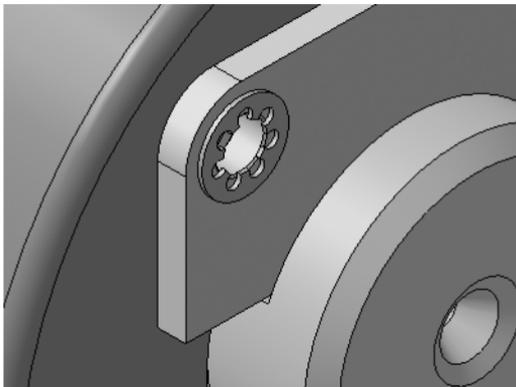
Вместе со стандартным изделием в сборку передается и его объект спецификации для автоматического формирования раздела *Стандартные изделия*.



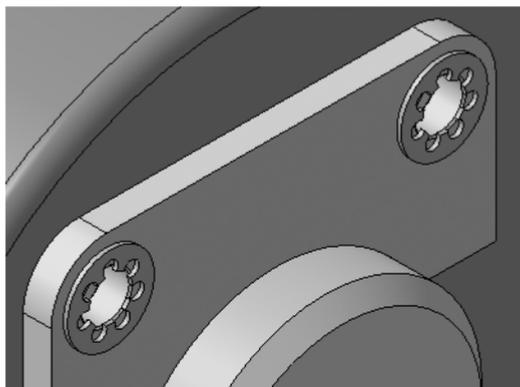
- ▼ В окне **Объект спецификации** нажмите кнопку **OK**.



После этого шайба будет добавлена в сборку.



- ▼ Для размещения второй шайбы укажите те же грани во втором отверстии *Планки*.

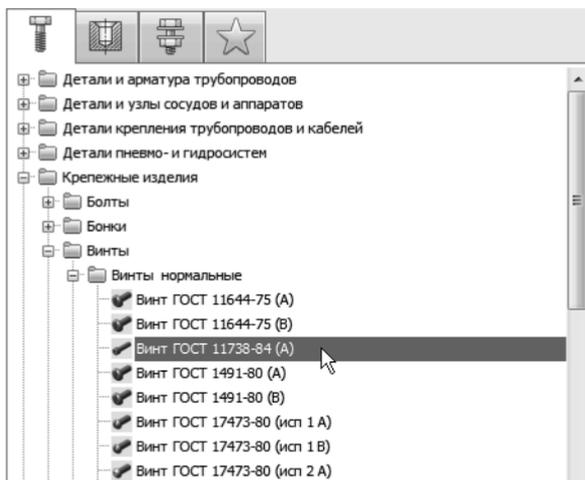


- ▼ Подтвердите создание объекта спецификации нажатием кнопки **ОК** и нажмите кнопку **Прервать команду**.

## 6.2. Добавление винтов

В резьбовые отверстия *Вилки* необходимо вернуть винты.

- ▼ В Дереве **Библиотеки Стандартные Изделия** закройте «ветвь» *Шайбы*.
- ▼ Раскройте «ветви» *Винты* — *Винты нормальные*.
- ▼ Выполните двойной щелчок мышью на элементе *Винт ГОСТ 11738-84*.



Можно изменить значение любого параметра (*Группа прочности, Наименование материала, Толщина покрытия* и т.п.) в *Области свойств*. Для этого выполните двойной щелчок мышью в нужной строке.

- ▼ В *Области свойств* выполните двойной щелчок мышью в поле **Конструкция и размеры**.

Ограничительный перечень Все размеры

Винт М6-6gx16 ГОСТ 11738-84

Отображение	
Детализация	Стандартный
Конструкция и размеры	
Номинальный диаметр резьбы	6
Шаг резьбы	1
Длина изделия	16
Конструкция и размеры+Материалы	
Группа прочности	-
Наименование	Без указания материала
Покрытия	
Толщина покрытия	Нет
Вид покрытия	Без покрытия

Название	Значение
Обозначение	Винт М6-6gx16 ГОСТ
Код изделия	<Код не задан>
Фаска для захода ре	1
Длина резьбы	16
Обозначение стандарта	ГОСТ 11738-84
Указатель	
Масса	0,00596
Диаметр головки	10
Высота головки	6
Размер под ключ	5
Глубина углубления	3
Типоразмер	М6-6gx16
Вид изделия	Винт
Раздел спецификации	Стандартные изделия

Изображение Модель



В окне **Выбор типоразмеров и параметров** будет отображен список винтов, изготавливаемых по данному стандарту.

- ▼ Для быстрого подбора нужного винта раскройте список **Номинальный диаметр резьбы** и укажите значение **6 мм**.

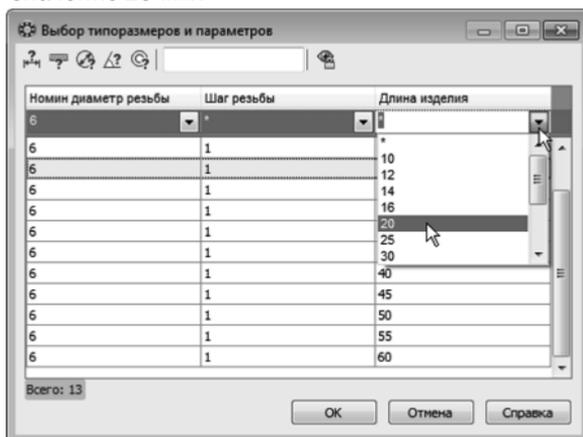
Выбор типоразмеров и параметров

Номинальный диаметр резьбы	Шаг резьбы	Длина изделия
3	1	16
4	1	20
5	1	25
6	1	30
8	1	35
10	1	40
12	1	45
6	1	50
6	1	55
6	1	60
8	1,25	12
10	1,25	14

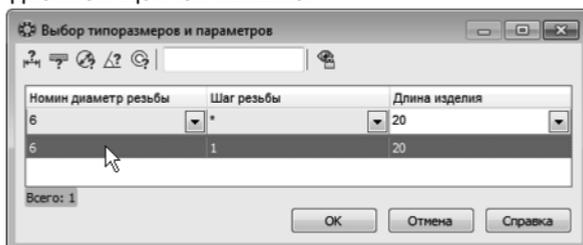
Всего: 299

OK Отмена Справка

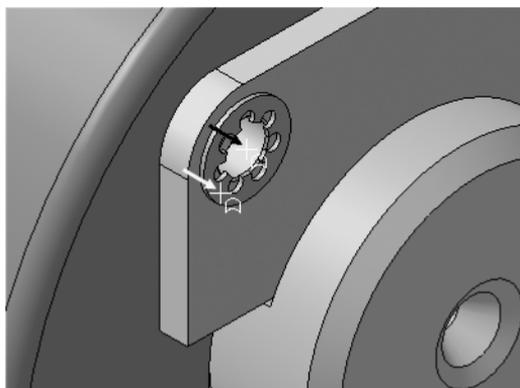
- ▼ Затем раскройте список **Длина изделия** и укажите значение *20 мм*.



- ▼ В списке останется единственная строка, отвечающая заданным условиям. Выполните на ней двойной щелчок мышью.



- ▼ В окне **Библиотеки Стандартные Изделия** нажмите кнопку **Применить**.
- ▼ Для автоматического наложения сопряжений укажите плоскую грань *Шайбы* (белая стрелка) и цилиндрическую грань отверстия в *Планке* (черная стрелка).



Посмотрите на фантом винта. Если его ориентация неверна (тело винта направлено наружу), можно задать ее вручную с помощью кнопок группы **Направление** на Панели свойств.



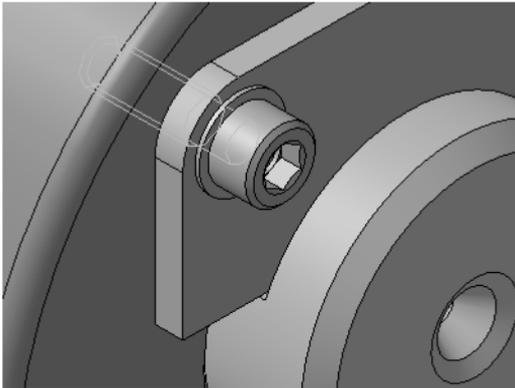
- ▼ Нажмите кнопку **Создать объект** на Панели специального управления.
- ▼ Подтвердите создание объекта спецификации нажатием кнопки **ОК**.



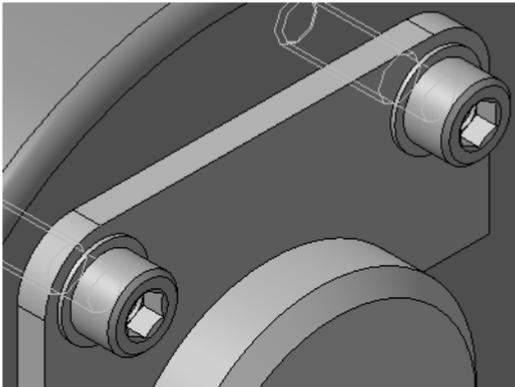
Объект спецификации				
Идентификатор	Значение	Наименование	Кол-во	Примечание
	1	Винт М6-6х20 ГОСТ 11738-84	1	

OK Отмена Справка

После этого винт будет установлен в отверстие.



- ▼ Установите винт во второе отверстие.



- ▼ Подтвердите создание объекта спецификации нажатием кнопки **ОК** и нажмите кнопку **Прервать команду**.



- ▼ Закройте окно **Библиотеки Стандартные Изделия** нажатием кнопки **Отмена**.

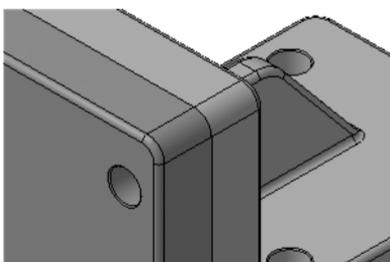
### 6.3. Добавление набора элементов

*Вилку и Кронштейн* нужно прикрепить друг к другу набором крепежных деталей: болтом, шайбой и гайкой. Крепежные детали нужно разместить только в одном из отверстий. Для остальных отверстий наборы можно построить автоматически. Вместо размещения отдельных крепежных элементов можно вставить все соединение целиком.

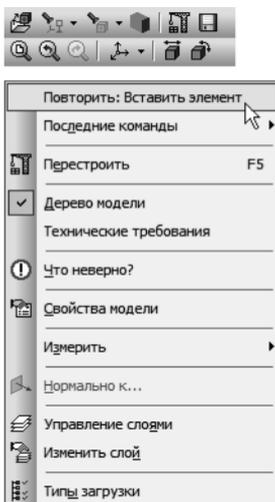


Крепежные элементы нужно обязательно разместить в том отверстии, которое было исходным при построении массива отверстий.

- ▼ Увеличьте правый верхний угол сборки.

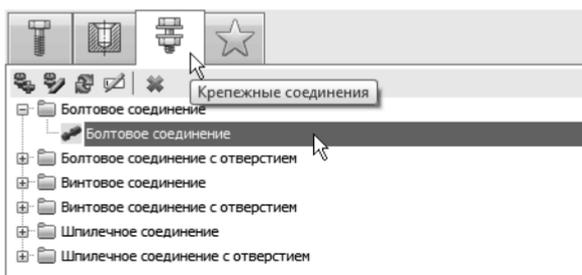


- ▼ Щелкните правой кнопкой мыши в пустом месте окна модели и выполните из контекстного меню команду **Повторить: Вставить элемент**.



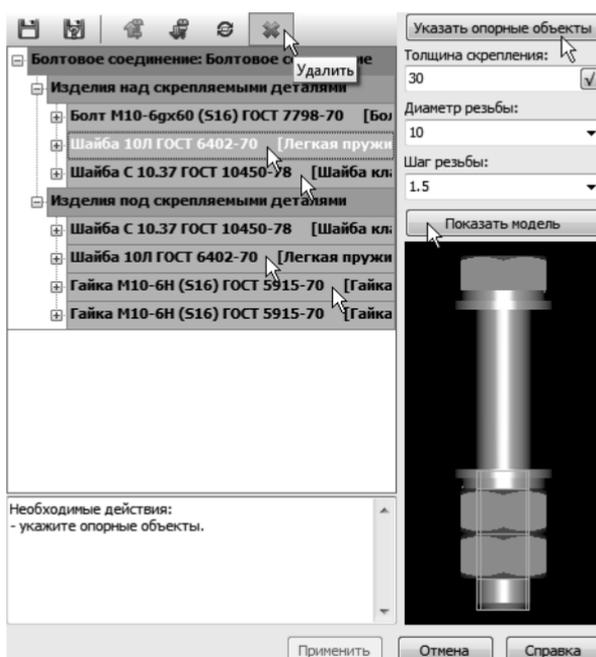
- ▼ Над *Областью навигации* окна **Библиотеки Стандартные Изделия** откройте вкладку **Крепежные соединения**.
- ▼ В Дереве библиотеки раскройте «ветвь» *Болтовое соединение*.

- ▼ Выполните двойной щелчок мышью на элементе *Болтовое соединение*.

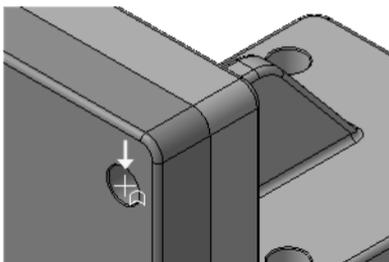


Можно изменять состав имеющегося соединения и создавать новые варианты соединений. Можно изменить параметры любого из элементов соединения. Для этого нужно выполнить двойной щелчок мышью в нужной строке.

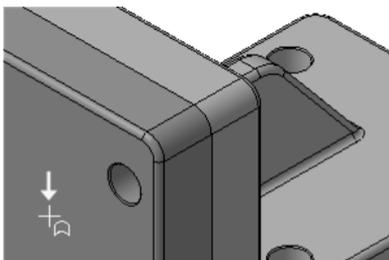
- ▼ Нажмите кнопку **Показать модель** над окном предварительного просмотра.
- ▼ В Дереве состава соединения, на «ветви» *Изделия над скрепляемыми деталями*, сделайте текущей строку *Легкая пружинная шайба ГОСТ 6402-70 (исп 1)* и нажмите кнопку **Удалить** на панели инструментов — указанный элемент будет удален из состава соединения. Таким же образом удалите остальные элементы, помеченные на рисунке стрелками.



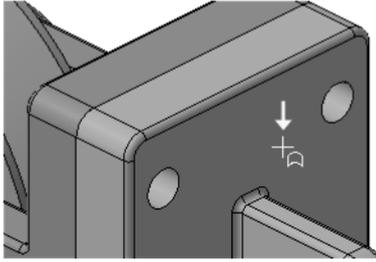
- ▼ Нажмите кнопку **Указать опорные объекты** — система перейдет в режим позиционирования соединения и определения его параметров.
- ▼ В окне модели укажите цилиндрическую грань отверстия в *Вилке*. Это необходимо для определения диаметра болта.



- ▼ Для определения длины болта укажите плоскую грань *Вилки*.



- ▼ Затем разверните сборку обратной стороной и укажите плоскую грань *Кронштейна*.

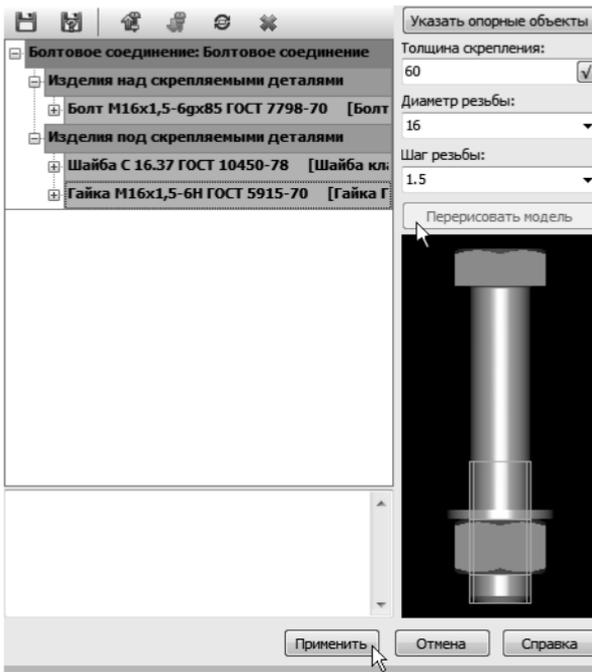


- ▼ Позиционирование соединения закончено — нажмите кнопку **Создать объект**.

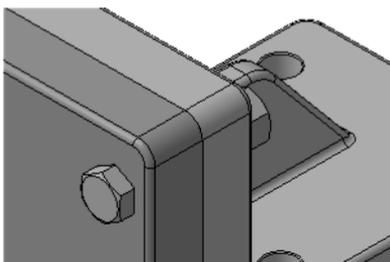


После этого будут определены параметры болтового соединения для указанных опорных объектов.

- ▼ Нажмите кнопку **Перерисовать модель** над окном предварительного просмотра.



- ▼ Нажмите кнопку **Применить** в нижней части окна. Болтовое соединение будет добавлено в модель.



- ▼ Щелчком мыши на кнопке **Отмена** закройте окно **Библиотеки Стандартные Изделия**.

Чтобы будущий чертеж выглядел аккуратно, *Болт* и *Гайку* нужно выровнять относительно *Вилки*.

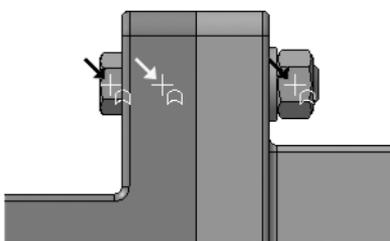
- ▼ Установите ориентацию **Справа**.



- ▼ Нажмите кнопку **Параллельность** на инструментальной панели **Сопряжения**.



- ▼ Укажите плоскую грань *Вилки* (белая стрелка).



- ▼ Нажмите кнопку **Запомнить состояние** на Панели специального управления.

- ▼ Укажите плоские грани *Болта* и *Гайки* (черные стрелки).

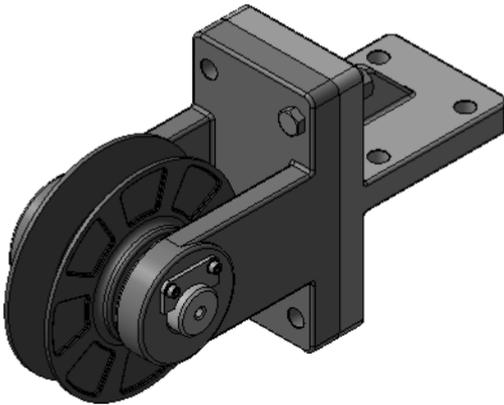


- ▼ Нажмите кнопку **Прервать команду**.

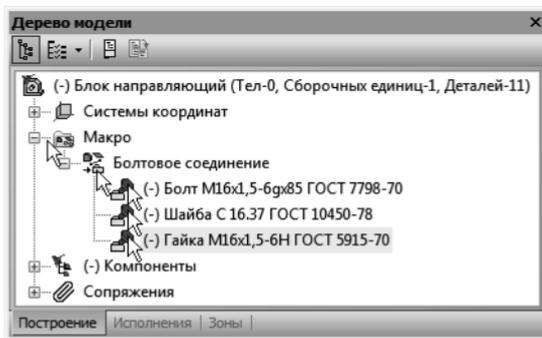
## 6.4. Создание массива по образцу

Система позволяет копировать компоненты сборки, размещая их так же, как объекты другого массива, уже существующего в сборке. Такой массив называется **массивом-образцом**. Отверстия в основании детали *Вилка* получены с помощью команды **Массив по сетке**. Можно получить копии болтового соединения по массиву отверстий в *Вилке*.

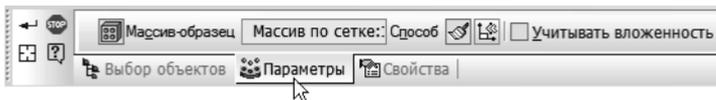




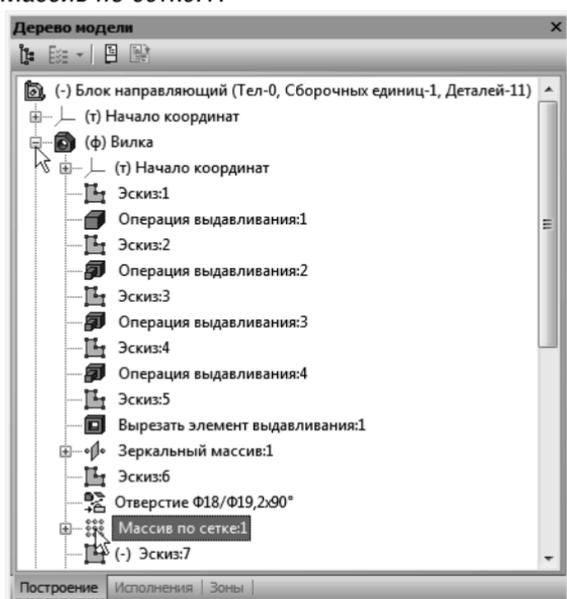
- ▼ Нажмите кнопку **Массив по образцу** на панели **Массивы**.
- ▼ Нажмите кнопку **Отображение структуры модели** на инструментальной панели Дерева модели.
- ▼ В Дереве модели раскройте «ветви» *Макро* — *Макро:1* — *Болтовое соединение*.
- ▼ Укажите компоненты, подлежащие копированию: *Болт*, *Шайбу* и *Гайку*.



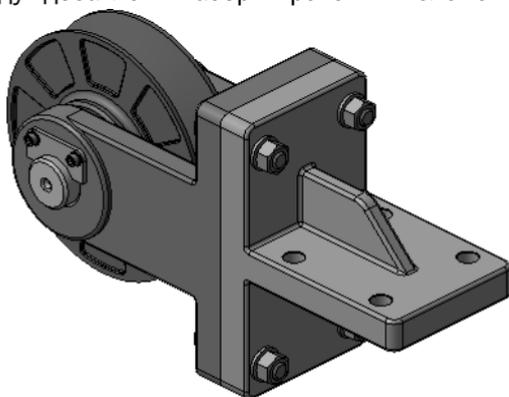
- ▼ Откройте вкладку **Параметры** на Панели свойств — система перейдет в режим указания массива-образца (кнопка **Массив-образец** на Панели свойств находится во включенном состоянии).



- ▼ Раскройте «ветвь» *Вилка* и укажите элемент *Массив по сетке:1*.



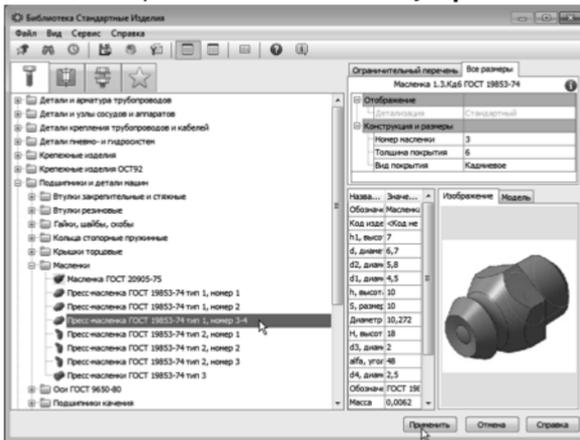
- ▼ Нажмите кнопку **Создать объект** — в модель будут добавлены наборы крепежных элементов.



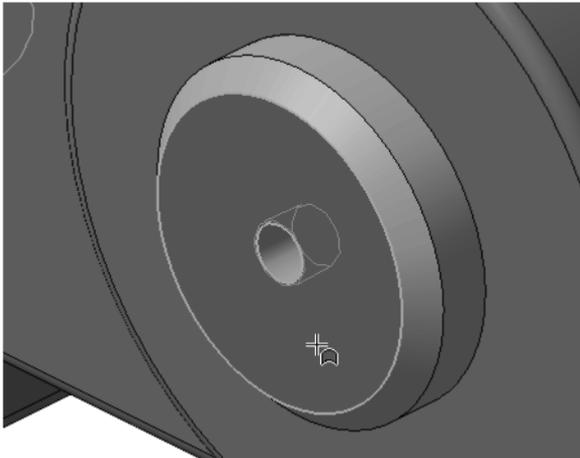
## 6.5. Добавление масленки

- ▼ Разверните модель и увеличьте место установки *Масленки*.
- ▼ Вновь вызовите на экран окно **Библиотеки Стандартные Изделия**.
- ▼ Раскройте «ветви» *Подшипники и детали машин и Масленки*.

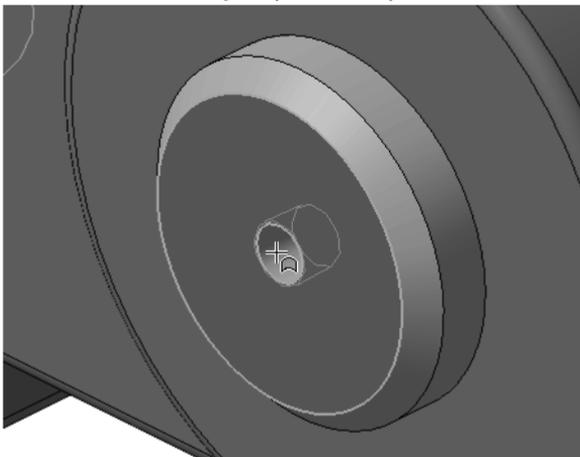
- ▼ Укажите элемент *Пресс-масленка ГОСТ 19853-74 тип 1, номер 3-4* и нажмите кнопку **Применить**.



- ▼ Укажите плоскую грань детали *Ось*.



- ▼ Укажите коническую грань отверстия. .



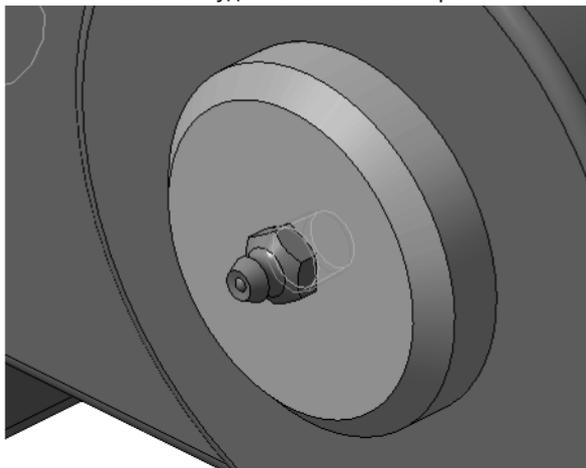


▼ Нажмите кнопку **Создать объект** на Панели специального управления.

▼ Подтвердите создание объекта спецификации нажатием кнопки **ОК**.



После этого масленка будет вставлена в отверстие.



▼ Нажмите кнопку **Прервать команду**.

▼ Щелчком на кнопке **Отмена** закройте окно **Библиотеки Стандартные Изделия**.

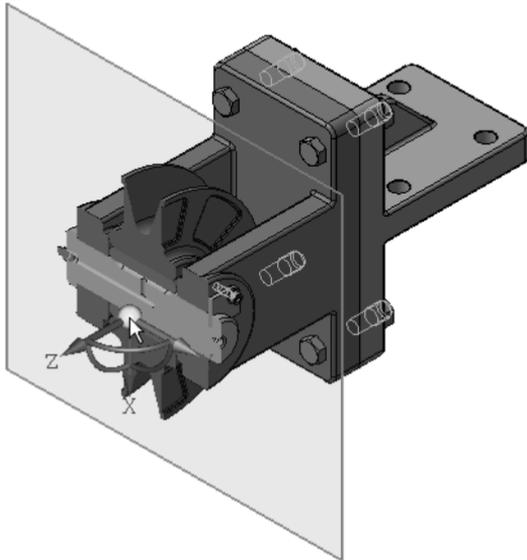
## 6.6. Режим сечения модели

В Уроке №1 было показано, как можно рассекать модель плоскостью или эскизом. В КОМПАС-3D есть специальный режим сечения модели. Его удобно использовать в сборках для контроля взаимного положения скрытых компонентов.

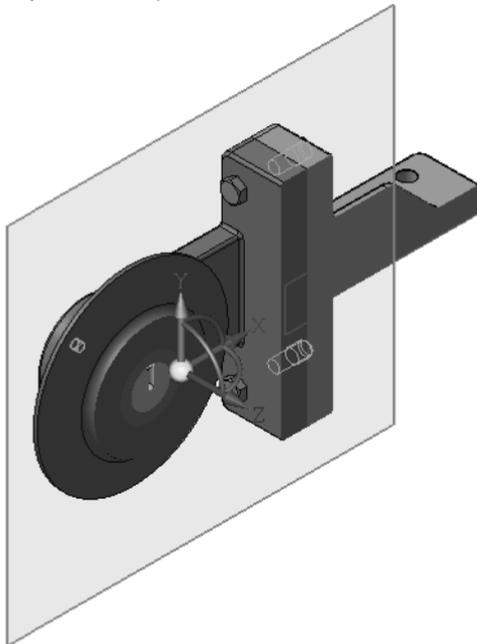


▼ Нажмите кнопку **Сечение модели** на панели **Вид**. В окне модели появляется фантом плоскости сечения, а на Панели свойств — вкладка **Параметры**.

- ▼ Перемещайте мышью символ начала координат влево и вправо вдоль оси Z — будет перемещаться плоскость сечения.



- ▼ В Дереве модели укажите *Плоскость ZY* — модель будет рассечена указанной плоскостью.

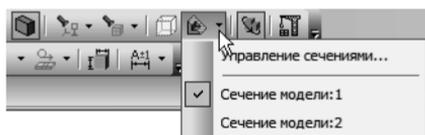


- ▼ Для выхода из режима сечения нажмите кнопку **Прервать команду.**

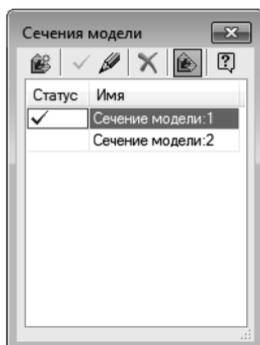




Если вместо кнопки **Прервать команду** нажать кнопку **Создать объект**, то сечение будет сохранено в списке сечений.



С помощью команды **Управление сечениями** можно вызвать на экран окно **Сечения модели**. На инструментальной панели окна расположены кнопки команд, которые позволяют создавать новые сечения, редактировать существующие, удалять сечения и т.д.



▼ Нажмите кнопку **Перестроить** на панели **Вид**.



▼ Сохраните сборку на диске.

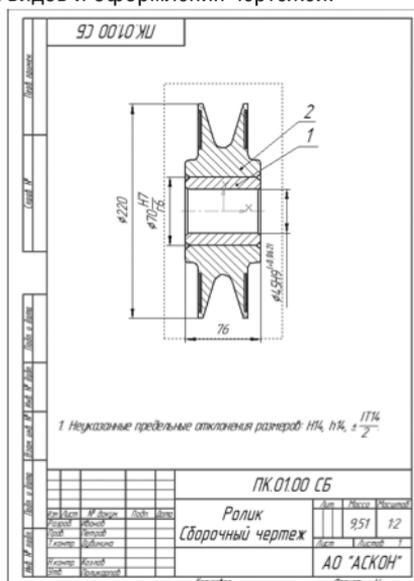


▼ Закройте окно документа.



## Урок № 7. Создание сборочного чертежа

В этом уроке говорится о дополнительных приемах создания чертежных видов и оформления чертежей.

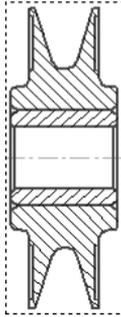


### В этом уроке рассматривается

- ▼ Создание видов.
- ▼ Как удалить вид. Построение разреза.
- ▼ Как погасить вид.
- ▼ Как скрыть рамку погашенного вида.
- ▼ Как отключить проекционную связь.
- ▼ Простановка позиционных линий-выносок.
- ▼ Простановка обозначений посадок.
- ▼ Простановка квалитетов и предельных отклонений.
- ▼ Использование Справочника кодов и наименований.
- ▼ Заполнение графы *Масштаб*.

### 7.1. Создание видов

Чертеж сборочной единицы *Ролик* должен содержать единственный вид — его разрез. Сразу создать такой вид нельзя. Вначале придется создать два вида: **Главный вид** и **вид Слева**. Отказаться от создания **Главного вида** невозможно, а **вид Слева** потребуется для размещения в нем линии разреза, по которой будет автоматически построен разрез. После построения разреза **вид Слева** можно скрыть.

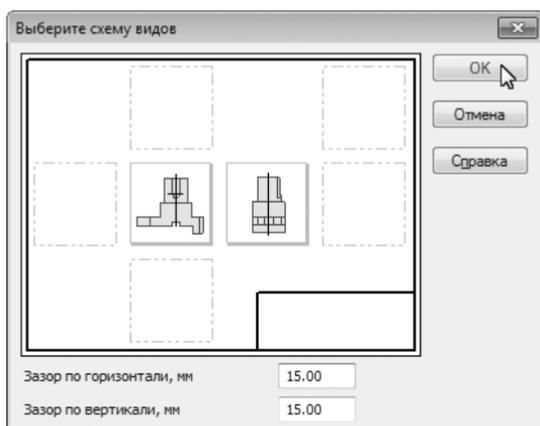


- ▼ Нажмите кнопку **Создать** на панели **Стандартная**, укажите тип создаваемого документа **Чертеж** и нажмите кнопку **ОК**. 
- ▼ Нажмите кнопку **Стандартные виды** на инструментальной панели **Виды**. 
- ▼ Если окно сборочной единицы *ПК.01.00. Ролик* открыто, просто нажмите кнопку **ОК**. 



Если окно сборочной единицы было закрыто, нажмите кнопку **Из файла** и укажите ее положение на диске. 

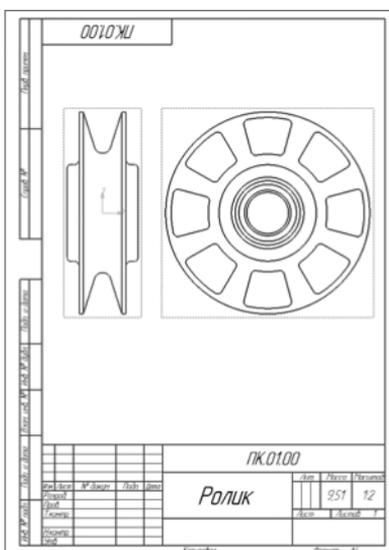
- ▼ Нажмите кнопку **Схема** на Панели свойств. Откажитесь от создания **вида Сверху** и нажмите кнопку **ОК**. 



- ▼ Раскройте список **Масштаб** и укажите масштаб уменьшения 1:2.



- ▼ Укажите положение видов на чертеже.



- ▼ Сохраните чертеж на диске под именем **ПК.01.00. Ролик** в папке `\Tutorials\Блок направляющий`.



- Обратите внимание: поле **Имя файла** диалогового окна сохранения документа должно быть заполнено автоматически. Если этого не произошло, проверьте настройку системы (см. раздел 1.1 на с. 31).

Дальнейшую работу над чертежом нужно выполнять в параметрическом режиме.

- ▼ Настройте в чертеже параметрический режим.

## Настройка параметрического режима в ассоциативных чертежах

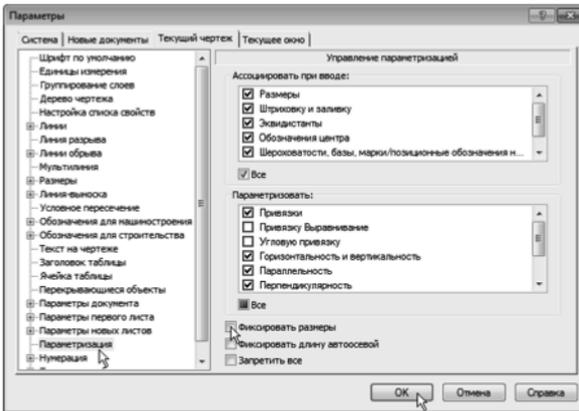
- ▼ Включите кнопку **Параметрический режим** на панели **Текущее состояние**.



- ▼ Выполните команду **Сервис — Параметры**.

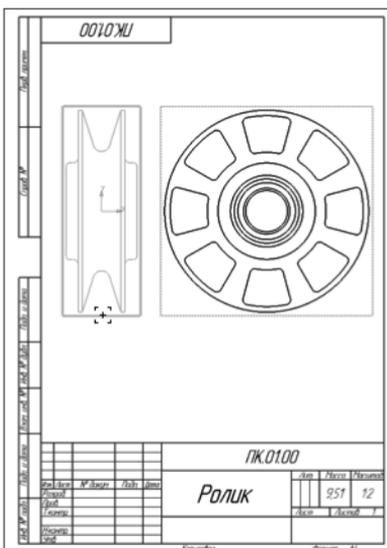
На экране откроется окно **Параметры** с активной вкладкой **Текущий чертеж**.

- ▼ Укажите «ветвь» *Параметризация*, отключите опцию **Фиксировать размеры** и нажмите **ОК**.

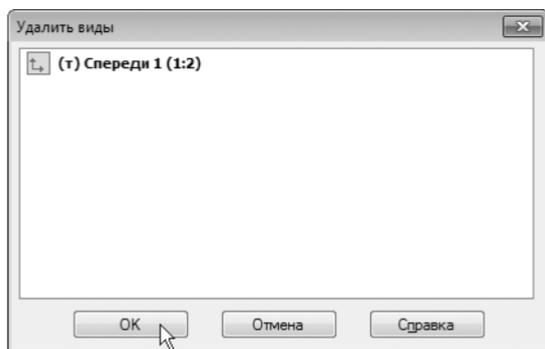


## 7.2. Как удалить вид. Построение разреза

- ▼ Щелкните мышью на пунктирной рамке **Главного вида** — вид будет выделен цветом.

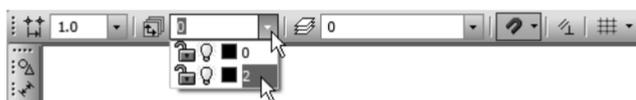


- ▼ Нажмите клавишу **<Delete>** на клавиатуре и подтвердите удаление вида.



### Построение разреза

- ▼ Откройте список **Управление видами** на панели **Текущее состояние** и сделайте текущим вид номер 2 — **вид Слева**.



Линия разреза должна пройти точно через центр детали. Предварительно можно построить вспомогательную прямую и ис-

пользовать ее в качестве объекта привязки при построении линии разреза.

- ▼ Нажмите кнопку **Вертикальная прямая** на Расширенной панели команд построения вспомогательных прямых инструментальной панели **Геометрия**.



- ▼ С помощью привязки **Ближайшая точка** укажите центральную точку на **виде Слева**.

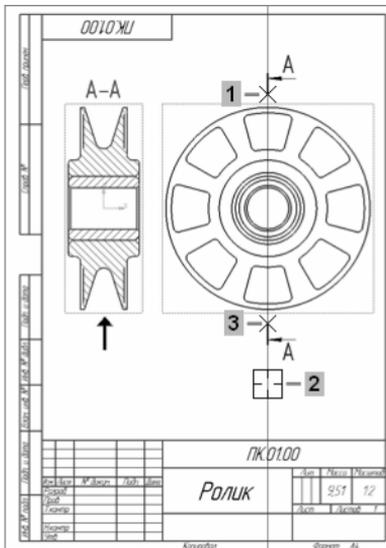
- ▼ Нажмите кнопку **Линия разреза/сечения** на инструментальной панели **Обозначения**.



- ▼ Постройте линию разреза **A–A**. Для этого укажите начальную точку линии разреза (точка 1), затем объект направления линии разреза — вспомогательную прямую (мишень 2) и конечную точку линии разреза (точка 3).

- ▼ Перемещая курсор расположите стрелки справа от линии разреза.

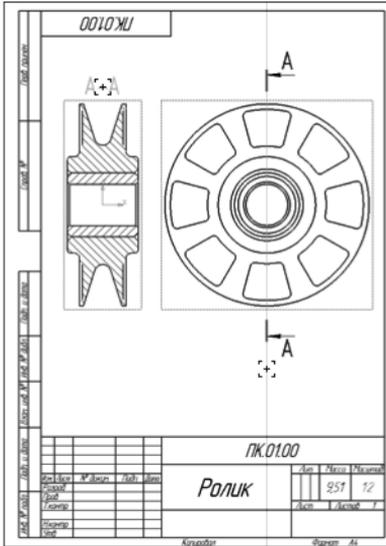
- ▼ Укажите положение разреза на чертеже — система создаст новый вид и сделает его текущим.



### 7.3. Как погасить вид

После создания разреза все остальные изображения чертежа становятся лишними. Заголовок разреза **A–A** и вспомогательную прямую можно удалить.

- ▼ Нажмите и удерживайте нажатой клавишу <Shift> на клавиатуре.
- ▼ Укажите заголовок сечения A-A и вспомогательную прямую — они будут выделены цветом.
- ▼ Отпустите клавишу <Shift>.
- ▼ Нажмите клавишу <Delete>. Выделенные объекты будут удалены с чертежа.

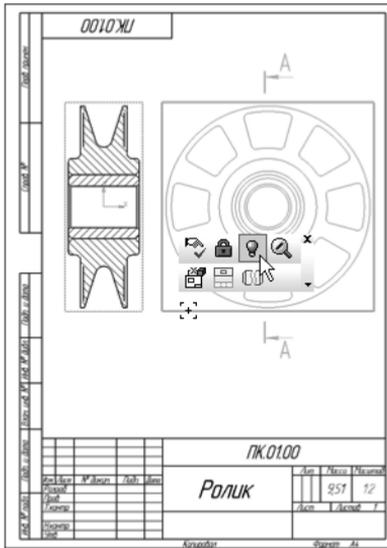


**Вид Слева** удалить нельзя, так как в нем расположена линия разреза, на основе которой построен сам разрез. При удалении **вида Слева** будет удален и разрез, то есть, разрез является производным от **вида Слева**. Такие зависимости между видами называется **отношениями**.

В то же время **вид Слева** является избыточным на чертеже. В такой ситуации лишний вид можно скрыть.

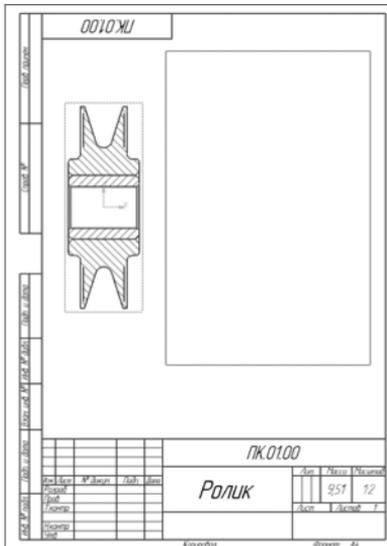
- ▼ Щелкните мышью на пунктирной рамке **вида Слева** — вид будет выделен цветом.
- ▼ Нажмите кнопку **Погасить вид** на Контекстной панели — вид исчезнет с чертежа.





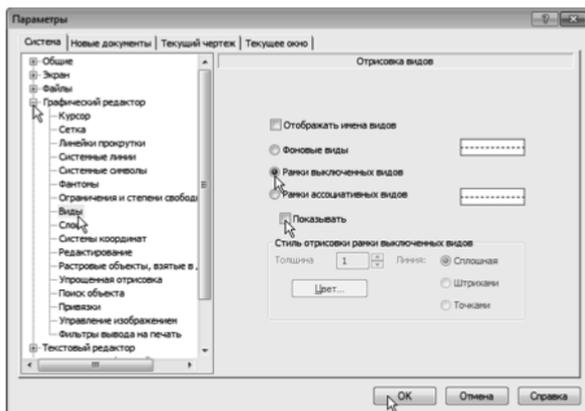
## 7.4. Как скрыть рамку погашенного вида

На месте погашенного вида останется его габаритная рамка, которая не выводится на печать. При желании можно погасить и ее.



- ▼ Вызовите команду **Сервис — Параметры — Система — Графический редактор — Виды**.
- ▼ В правой части окна **Параметры** включите кнопку **Рамки выключенных видов** и отключите опцию **Показывать**.

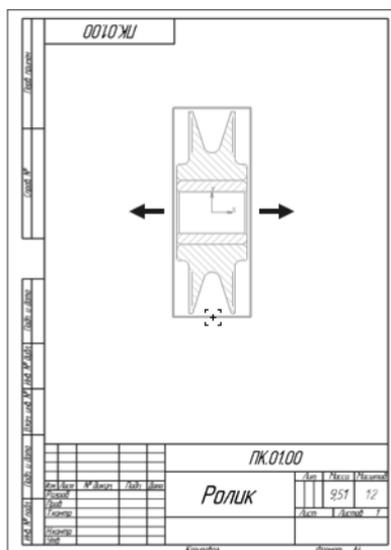
▼ Нажмите кнопку **ОК**.



## 7.5. Как отключить проекционную связь

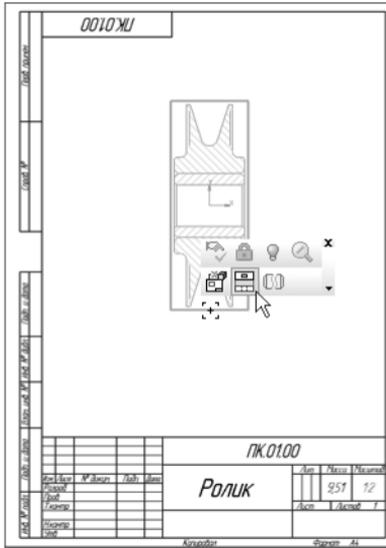
Несмотря на то что **вид Слева** был погашен, разрез по-прежнему находится с ним в проекционной связи.

- ▼ Установите курсор на пунктирную рамку вида, нажмите левую кнопку мыши и, не отпуская ее, попробуйте передвигать вид. Он может перемещаться только в горизонтальном направлении.

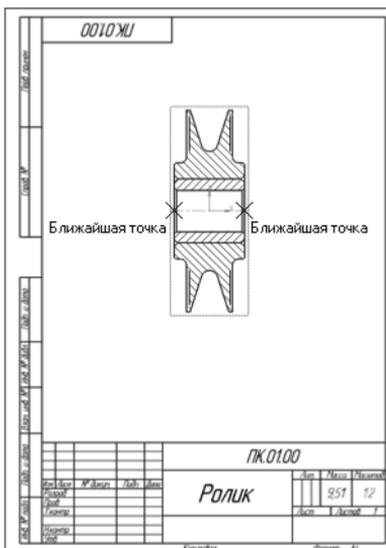


Для облегчения компоновки чертежа проекционную связь можно отключить.

- ▼ Проследите за тем, чтобы вид был выделен цветом. Если это не так, щелкните мышью на пунктирной рамке вида.
- ▼ Нажмите кнопку **Проекционная связь** на Контекстной панели. После этого вид можно будет перемещать в любом направлении.



- ▼ С помощью команды **Осевая линия по двум точкам** на инструментальной панели **Обозначения** постройте на разрезе осевую линию. Точки, через которые должна пройти осевая линия, укажите с помощью привязки **Ближайшая точка**.



## 7.6. Простановка позиционных линий-выносок

Сборочный чертеж необходимо оформить: проставить размеры, ввести технические требования, заполнить основную надпись. О том, как оформить чертеж, было сказано выше, в разделе 2.9 на с. 105. Далее рассказывается о том, как проставить обозначения позиций, создать размеры с обозначениями посадок, квалитетами и предельными отклонениями.



Не забудьте включить в чертеже параметрический режим. Для этого нажмите кнопку **Параметрический режим** на панели **Текущее состояние**.



▼ Нажмите кнопку **Обозначение позиций** на инструментальной панели **Обозначения**.



▼ Проставьте позиционную линию-выноску к детали *Втулка*.

Построение начинается с указания точки, на которую указывает выноска. Затем нужно указать точку начала полки. Очередной номер позиции присваивается автоматически. Построение объекта заканчивается щелчком на кнопке **Создать объект**.



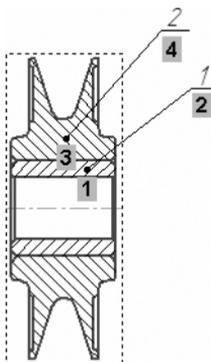
Если вы испытываете трудности при указании точек, увеличьте масштаб изображения или отключите кнопку **Привязки** на панели **Текущее состояние**. После указания точек кнопку нужно включить.



▼ Проставьте позиционную линию-выноску к детали *Ролик*.



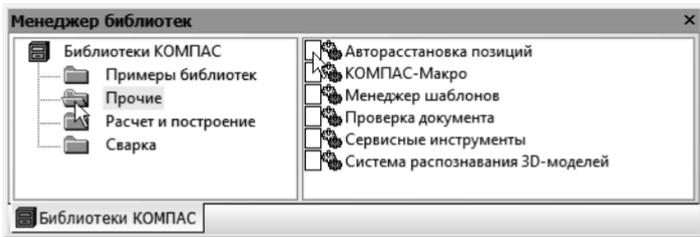
▼ Нажмите кнопку **Прервать команду**.



Очередность простановки линий-выносок на сборочном чертеже не имеет значения. Номера позиций будут автоматически изменены после создания спецификации, о чем говорится ниже.



Если чертеж содержит объекты спецификации, связанные с геометрическими объектами чертежа, то позиционные линии-выноски можно проставить автоматически с помощью библиотеки **Авторасстановка позиций**.



## Выравнивание позиционных линий-выносок

▼ Выделите обе линии-выноски.

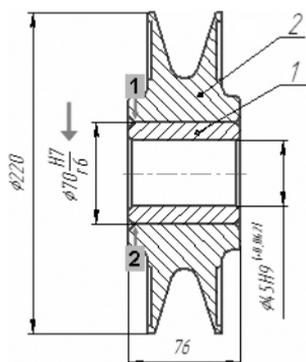
### Выделение объектов мышью

Это самый простой способ выделения одного или нескольких объектов на чертежах. Для этого:

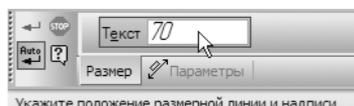
- ▼ Если выполняется какая-либо команда, прекратите ее работу щелчком на кнопке **Прервать команду** на Панели специального управления. 
- ▼ Если нужно выделить один объект, щелкните мышью в любой его части.
- ▼ Если нужно выделить более одного объекта, нажмите и удерживайте нажатой клавишу <Shift> на клавиатуре. Затем выполняйте щелчки на объектах.
- ▼ После того как все нужные объекты будут выделены, клавишу <Shift> следует отпустить.
- ▼ Нажмите кнопку **Выровнять позиции по вертикали** на Расширенной панели команд простановки позиционных линий-выносок. 
- ▼ Укажите точку, по которой требуется выровнять выноски, например, точку начала полки любой из линий-выносок.
- ▼ Щелчком в любом свободном месте чертежа отмените выделение объектов.

## 7.7. Простановка обозначений посадок

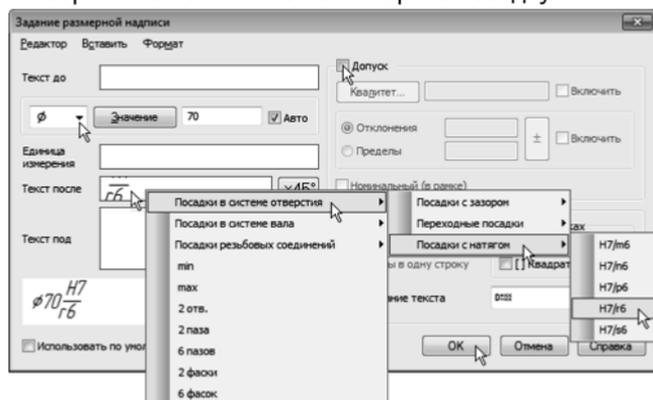
При создании размера сопряжения деталей *Ролик* и *Втулка* к тексту размерной надписи нужно добавить обозначение посадки.



- ▼ Нажмите кнопку **Авторазмер** на инструментальной панели **Размеры**.
- ▼ Укажите точки **1** и **2** привязки размера.
- ▼ Затем щелкните мышью в поле **Текст** на Панели свойств.



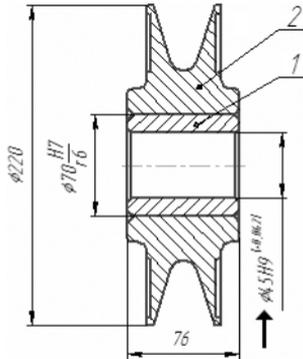
- ▼ В диалоговом окне **Задание размерной надписи** отключите опцию **Допуск**.
- ▼ Раскройте список специальных знаков и укажите **Диаметр**.
- ▼ Выполните двойной щелчок в поле **Текст после**. Из серии вложенных меню выберите посадку.



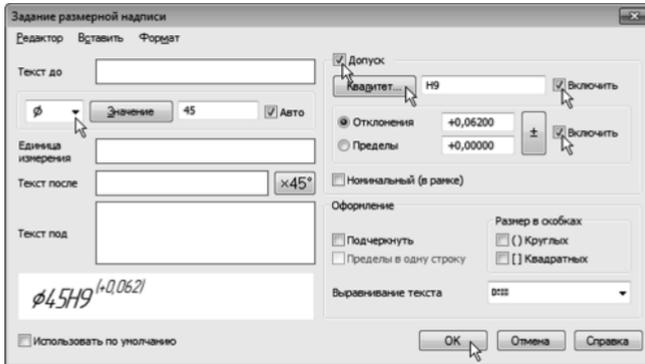
- ▼ Нажмите кнопку **ОК** и укажите положение размерной линии.

## 7.8. Простановка квалитетов и предельных отклонений

- ▼ Укажите точки привязки размера.
- ▼ Щелкните мышью в поле **Текст** на Панели свойств.



- ▼ В диалоговом окне **Задание размерной надписи** включите опцию **Допуск**.
- ▼ Нажмите кнопку **Квалитет**.



- ▼ Выберите систему **Отверстия**.

- ▼ В группе **Предпочтительные** укажите квалитет **H9**. Нажмите кнопку **ОК**.

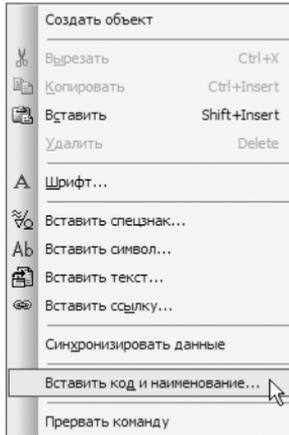
- ▼ В диалоговом окне **Задание размерной надписи** включите две опции **Включить** для групп **Квалитет** и **Отклонения**.
- ▼ Нажмите кнопку **ОК** и укажите положение размерной линии.
- ▼ Нажмите кнопку **Прервать команду**.



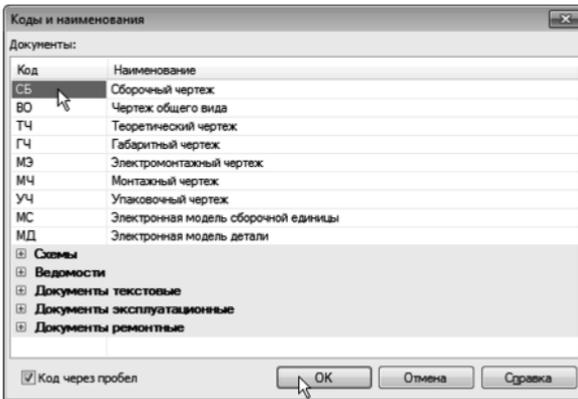
## 7.9. Использование справочника кодов и наименований

- ▼ Войдите в режим заполнения основной надписи чертежа (см. раздел *Заполнение основной надписи* на с. 108).
- ▼ Щелкните правой кнопкой мыши в любом месте штампа.

- ▼ Вызовите из контекстного меню команду **Вставить код и наименование**.



- ▼ В справочнике **Коды и наименования** укажите *Сборочный чертеж* и нажмите **ОК**.



В основную надпись чертежа будут добавлены наименование и код документа.

					<i>ПК.01.00 СБ</i>											
					<i>Ролик</i>											
					<i>Сборочный чертеж</i>											
					<table border="1"> <tr> <td>Лист</td> <td>Носит</td> <td>Масштаб</td> </tr> <tr> <td></td> <td>9,51</td> <td>1:2</td> </tr> <tr> <td>Лист</td> <td>Листов</td> <td>1</td> </tr> </table>			Лист	Носит	Масштаб		9,51	1:2	Лист	Листов	1
Лист	Носит	Масштаб														
	9,51	1:2														
Лист	Листов	1														
Имя	Лист	№ докум	Полн	Дата												
Исполн																
Проф																
Контр																
Исполн																
Чел																

## 7.10. Заполнение графы Масштаб

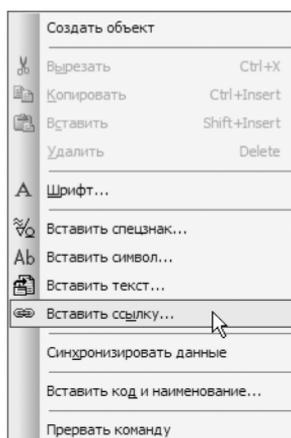
Обратите внимание на красный цвет значения 1:2 в графе *Масштаб* основной надписи — это признак нерабочей (ошибочной) ссылки. Она ссылается на масштаб удаленного, то есть несуществующего вида. Ошибку можно исправить, вручную сделав ссылку на масштаб нужного вида. При изменении мас-

штаба этого вида новое значение будет автоматически передаваться в графу *Масштаб* основной надписи.

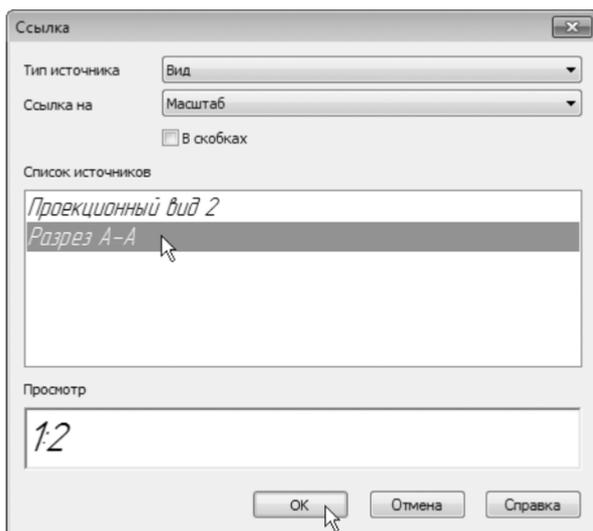
				ПК.01.00 СБ			
Изм.	Лист	№ докум.	Изд.	Дата	Лист	Масш.	Масштаб
Разработ						951	1:2
Проект							
Конструктор							
Инженер							
Машинист							

*Ролик*  
*Сборочный чертёж*

- ▼ Удалите из графы *Масштаб* нерабочую ссылку.
- ▼ Щелкните в графе правой кнопкой мыши и выберите из контекстного меню команду **Вставить ссылку**.



- ▼ В диалоговом окне **Ссылка** укажите строку *Разрез А-А* и нажмите кнопку **ОК**.



В графу будет вставлен текст 1:2. Это ссылка на масштаб вида **Разрез А-А**. Признаком того, что текст представляет собой ссылку, является синий цвет символов.

▼ Заполните остальные ячейки основной надписи.

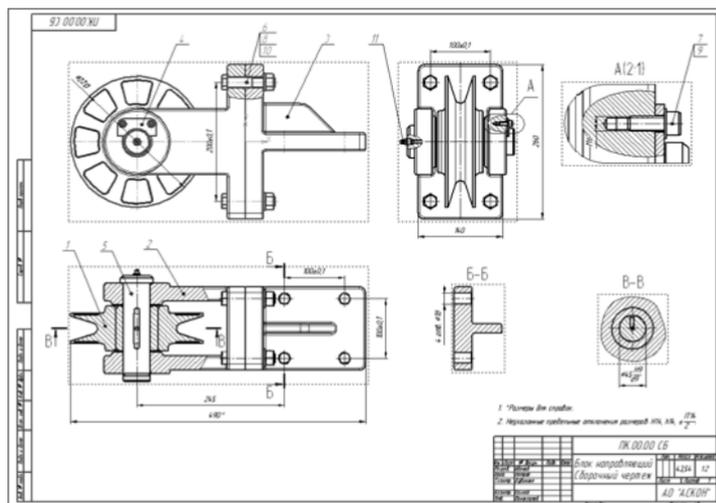
						<i>ПК.01.00 СБ</i>				
<i>Имя</i>	<i>Лист</i>	<i>№ документа</i>	<i>Лист</i>	<i>Дата</i>	<i>Ралик</i>			<i>Лист</i>	<i>Макс</i>	<i>Максимум</i>
<i>Разработ</i>					<i>Сборочный чертеж</i>				95% 27	12
<i>Проб</i>								<i>Лист</i>	<i>Листов</i>	1
<i>Контр</i>										
<i>Начерт</i>										
<i>Унар</i>										

- ▼ Нажмите кнопку **Создать объект**.
- ▼ Нажмите кнопку **Перестроить** на панели **Вид**.
- ▼ Нажмите кнопку **Сохранить** на панели **Стандартная**.
- ▼ Закройте окно документа.



## Урок № 8. Создание чертежа изделия

В этом уроке показаны дополнительные приемы работы с чертежами.



### В этом уроке рассматривается

- ▼ Создание чертежа.
- ▼ Как исключить компоненты из разреза. Дерево чертежа.
- ▼ Оформление вида Сверху.
- ▼ Создание разреза.
- ▼ Создание местного вида.
- ▼ Оформление вида Слева. Создание выносного элемента.
- ▼ Создание рабочих чертежей.

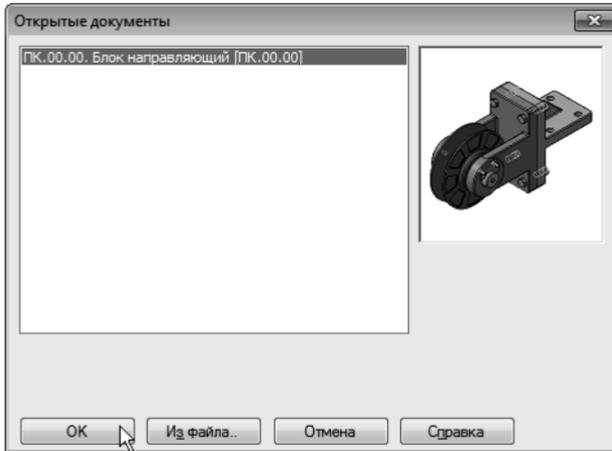


Если у вас нет лицензии на использование Библиотеки Стандартные Изделия, вы не сможете выполнить те разделы урока, в которых говорится о работе со стандартными изделиями на чертежах.

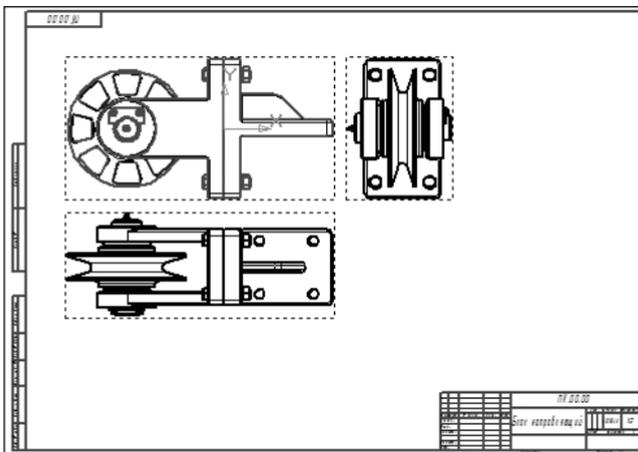
### 8.1. Создание чертежа

- ▼ Создайте новый чертеж формата A2 горизонтальной ориентации.
- ▼ Настройте в чертеже параметрический режим (см. раздел *Настройка параметрического режима в ассоциативных чертежах* на с. 185).

- ▼ Нажмите кнопку **Стандартные виды** на инструментальной панели **Виды**.
- ▼ Если сборка *Блока направляющего* открыта, просто нажмите **ОК**. В противном случае нажмите кнопку **Из файла** и укажите положение сборки на диске.



- ▼ Создайте на чертеже три стандартных вида, приняв за **Главный вид** чертежа ориентацию модели **Справа**. Установите масштаб видов 1:2. Включите отрисовку линий перехода поверхностей.



- ▼ Сохраните чертеж под именем *ПК.00.00. Блок направляющий* в папке *\Tutorials\Блок направляющий*.

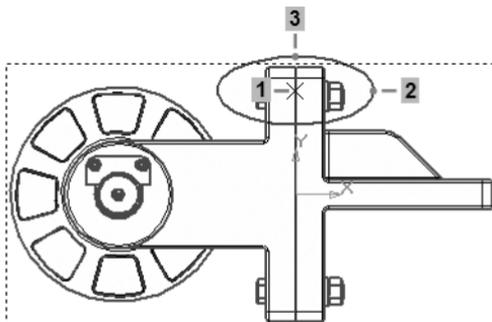


## 8.2. Как исключить компоненты из разреза. Дерево чертежа

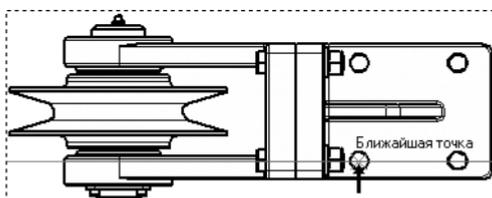
На **Главном виде** чертежа нужно построить местный разрез, чтобы показать крепление *Вилки* к *Кронштейну*.



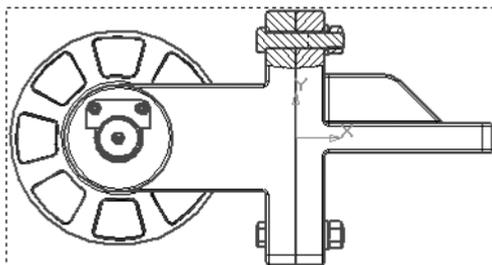
- ▼ Постройте эллипс, указав его центральную точку *1* и две точки *2* и *3* на полуосях. Эллипс нужно построить таким образом, чтобы крепежные детали оказались внутри.



- ▼ Постройте местный разрез. Положение секущей плоскости укажите на **виде Сверху**.



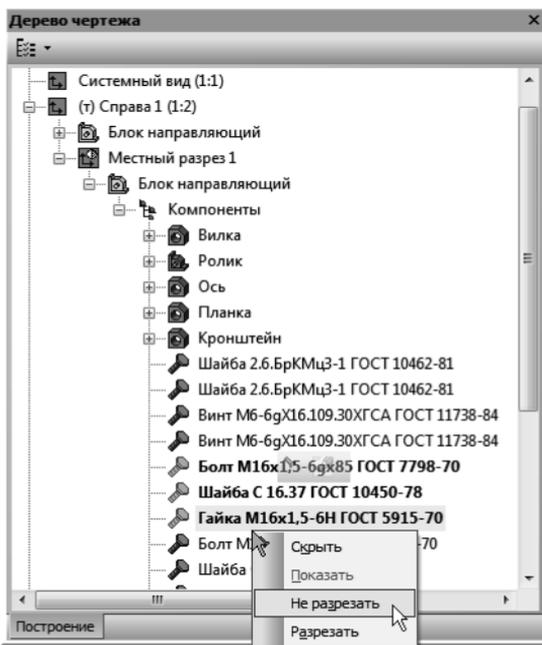
Сразу после создания разреза или сечения все компоненты (в том числе элементы крепежа), попавшие в секущую плоскость, изображаются разрезанными.



Чтобы указать компоненты, которые не должны разрезаться, выполните следующие действия.

- ▼ Вызовите команду **Вид — Дерево чертежа**.

- ▼ В Дереве чертежа раскройте «ветви», показанные на рисунке.
- ▼ Отыщите в Дереве чертежа болт, попавший в местный разрез. Для этого (с помощью мыши или клавиш управления курсором) перемещайтесь вниз по ветви *Блок направляющий*, пока нужный компонент не будет подсвечен на чертеже. Укажите *Болт*.
- ▼ Нажмите и удерживайте нажатой клавишу <Shift> на клавиатуре.
- ▼ Укажите компонент *Гайка* набора крепежных элементов, попавших в местный разрез — система выделит первый указанный компонент, последний и расположенный между ними компонент *Шайба*.
- ▼ Отпустите клавишу <Shift>.
- ▼ Щелкните правой кнопкой мыши на любом из выделенных компонентов и вызовите из контекстного меню команду **Не разрезать**.



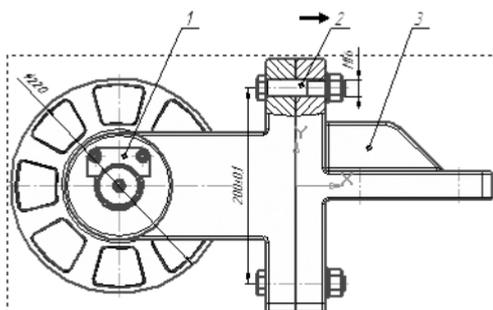
- ▼ Нажмите клавишу <F5> на клавиатуре или кнопку **Перестроить** на панели **Вид**.



Изображение на чертеже будет перестроено с учетом сделанных изменений.



- ▼ Проставьте размеры, обозначение центра, осевые линии и введите позиционные линии-выноски. Очередность построения выносок не имеет значения.



На данном этапе для группы крепежных деталей достаточно проставить обычную позиционную линию-выноску с единственным номером позиции (на рисунке показано стрелкой). Правильные номера позиций можно получить после создания спецификации (Урок № 9 на с. 212).

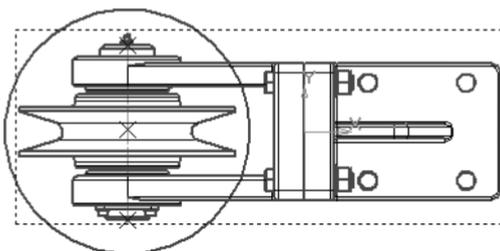
### 8.3. Оформление вида Сверху



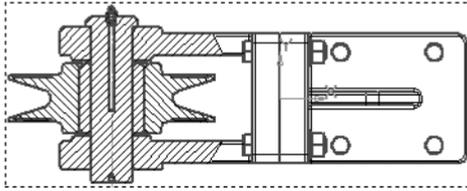
- ▼ Сделайте текущим вид Сверху.



- ▼ Постройте осевую линию.
- ▼ Постройте окружность с центральной точкой в геометрическом центре *Ролика*. Окружность будет использована в качестве контура местного разреза.

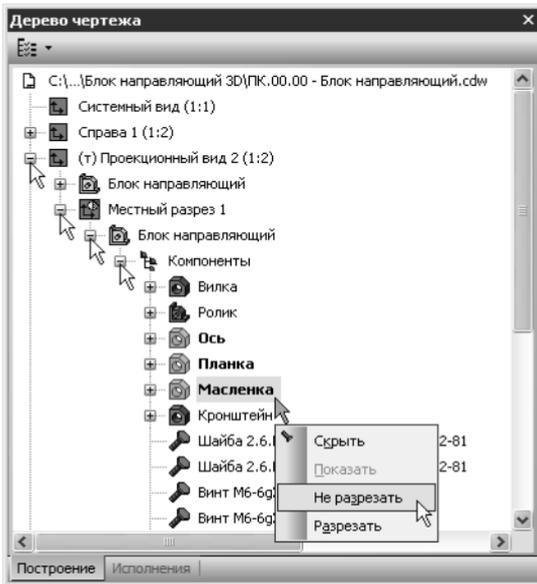


- ▼ Создайте местный разрез, указав в качестве контура окружность. Положение секущей плоскости укажите на **Главном виде** (центральная точка Ролика).



Компоненты *Ось*, *Масленка* и *Планка* необходимо исключить из разреза.

- ▼ В Дереве чертежа разверните «ветви» *Проекционный вид 2 (1:2) — Местный разрез 1 — Блок направляющий — Компоненты*.
- ▼ Выделите и исключите из разреза компоненты *Ось*, *Планка* и *Масленка*.

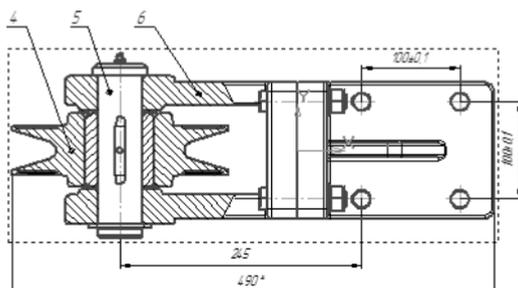


- ▼ Нажмите клавишу **<F5>** на клавиатуре или кнопку **Перестроить** на панели **Вид**. Изображение в чертеже будет перестроено.
- ▼ Проставьте на виде осевые линии, обозначения центров, размеры и позиционные линии-выноски.





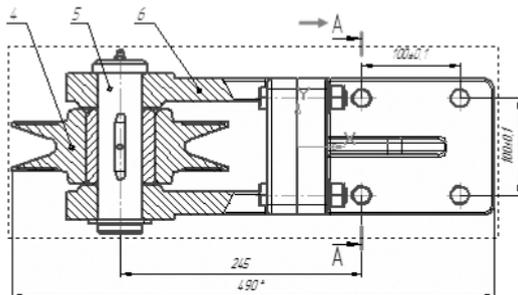
- ▼ Выровняйте позиционные линии-выноски по горизонтали.



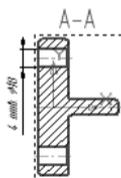
## 8.4. Создание разреза



- ▼ Постройте линию разреза А-А. Система перейдет в режим построения разреза.



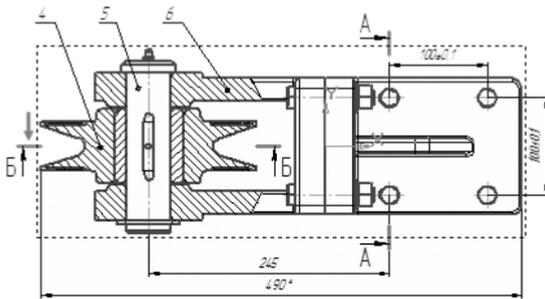
- ▼ Разместите разрез А-А справа от **вида Сверху**.
- ▼ Проставьте на виде осевые линии и размер.



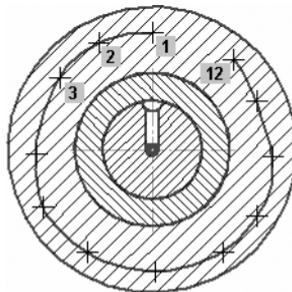
## 8.5. Создание местного вида

- ▼ Вновь сделайте текущим **вид Сверху**.

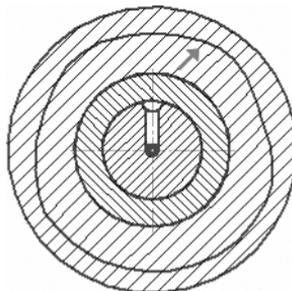
- ▼ Постройте линию разреза *Б-Б*. Система перейдет в режим построения разреза.



- ▼ Временно укажите положение вида в окне документа ниже рамки чертежа (на рисунках окружность внешнего диаметра *Ролика* условно не показана).
- ▼ Нажмите кнопку **Кривая Безье** на панели **Геометрия**.
- ▼ Постройте плавную кривую линию, указав примерное положение точек *1-2-3-...-12*, через которые она проходит.



- ▼ Для автоматического замыкания кривой нажмите кнопку **Замкнутый объект** на Панели свойств.
- ▼ Нажмите кнопку **Создать объект**.





▼ Нажмите кнопку **Местный вид** на панели **Виды**.



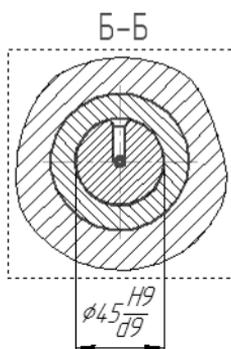
▼ Укажите мишенью замкнутую кривую — будет построен местный вид.

▼ Для свободного перемещения вида отключите режим **Проекционная связь**.

▼ Перетащите заголовок вида *Б-Б* ближе к пунктирной рамке.

▼ Перетащите вид на свободное место справа над штампом чертежа.

▼ Проставьте размер и значок обозначения центра.



## 8.6. Оформление вида Слева.

### Создание выносного элемента

▼ Сделайте текущим **вид Слева** (вид номер 3).

▼ Проставьте размеры и осевые линии.

▼ Сделайте местный разрез в левой проушине.

▼ Исключите из разреза компонент *Масленка* и проставьте для него обозначение позиции.

▼ Сделайте местный разрез в правой проушине.

▼ Исключите из разреза шайбу и винт.

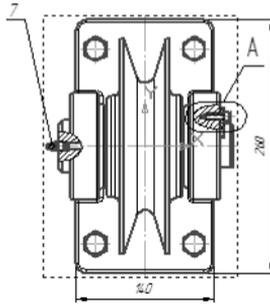
Нужно создать обозначение выносного элемента **А** для винтового соединения.



▼ Нажмите кнопку **Выносной элемент** на инструментальной панели **Обозначения**.

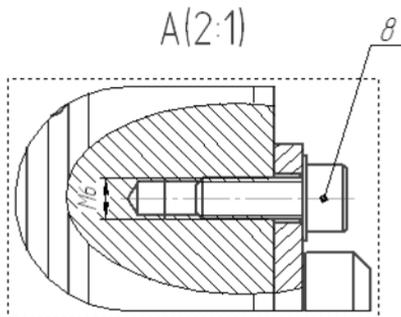


▼ Укажите центральную точку контура выносного элемента, затем точку на контуре и точку начала полки.



Система перейдет в режим создания нового вида.

- ▼ На Панели свойств раскройте список **Масштаб** и укажите масштаб  $2:1$ .
- ▼ Откройте вкладку **Надпись вида** и включите опцию **Масштаб** для автоматического формирования текстовой ссылки на масштаб вида в его заголовке.
- ▼ Укажите положение вида на чертеже.
- ▼ Проставьте позиционную линию-выноску для элементов винтового соединения.
- ▼ Выровняйте позиционные линии-выноски по горизонтали.



- ▼ Самостоятельно закончите оформление чертежа. При заполнении штампа введите код и наименование документа с помощью Справочника кодов и наименований.
- ▼ Нажмите кнопку **Перестроить** на панели **Вид**.
- ▼ Нажмите кнопку **Сохранить** на панели **Стандартная**.
- ▼ Закройте окно документа.



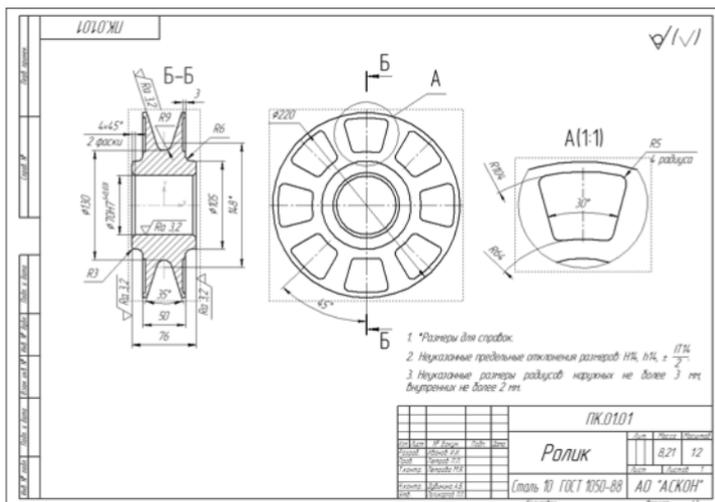
## 8.7. Создание рабочих чертежей



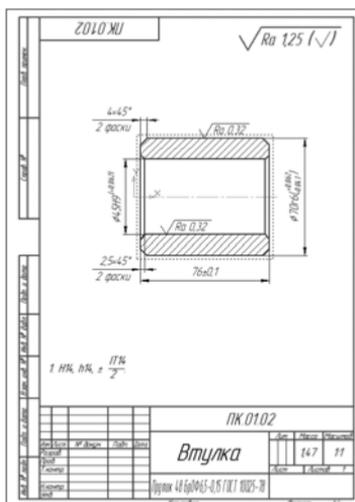
Обязательно создайте чертежи, они потребуются при создании спецификации. Поскольку чертежи создаются в учебных целях, нет необходимости в их детальной проработке. Достаточно создать виды и проставить основные размеры.



▼ Создайте чертеж детали *Ролик* и сохраните его в папке \Tutorials\Блок направляющий под именем ПК.01.01. Ролик.



▼ Создайте чертеж детали *Втулка* и сохраните его в папке \Tutorials\Блок направляющий под именем ПК.01.02. Втулка.





## Урок № 9. Создание спецификаций

В этом уроке показаны основные приемы создания спецификаций в системе КОМПАС-3D. Спецификации создаются на основе документов, полученных на предыдущих уроках.

№	а	Обозначение	Наименование	а	Получен
<i>Документация</i>					
1		КЖ.0100.СБ	Сборочный чертеж		
<i>Сварочные работы</i>					
1	КЖ.0100		Работы	1	
<i>Детали</i>					
2	КЖ.0101		Валки	1	
3	КЖ.0102		Арматура	1	
4	КЖ.0103		Пласти	1	
5	КЖ.0104		Шты	1	
<i>Стандартные изделия</i>					
6		ГОСТ 15-001-80	Труба	4	
7		ГОСТ 15-002-80	Труба	2	
8		ГОСТ 15-003-80	Труба	4	
9		ГОСТ 15-004-80	Труба	2	
10		ГОСТ 15-005-80	Труба	4	
11		ГОСТ 15-006-80	Труба	1	

ПК.00.00

Блок направляющий

АО "АСКОН"

№	а	Обозначение	Наименование	а	Получен
<i>Документация</i>					
1		КЖ.0100.СБ	Сборочный чертеж		
<i>Детали</i>					
1	КЖ.0101		Работы	1	
2	КЖ.0102		Валки	1	

КЖ.0100

Работы

АО "АСКОН"

### В этом уроке рассматривается

- ▼ Создание файлов спецификаций.
- ▼ Подключение сборочного чертежа.
- ▼ Подключение позиционных линий-выносок.
- ▼ Просмотр состава объектов спецификации.
- ▼ Подключение рабочих чертежей.
- ▼ Просмотр и редактирование подключенных документов.
- ▼ Создание раздела *Документация*.
- ▼ Оформление основной надписи.
- ▼ Завершение создания комплекта документов.

## 9.1. Создание файлов спецификаций

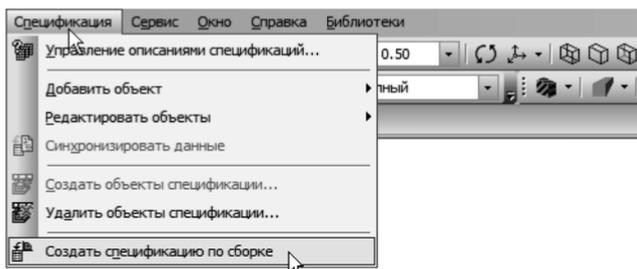


Во время работы с комплектом связанных друг с другом документов (спецификацией, чертежами и моделями) вы будете получать сообщения об изменении документов. Это результат автоматической передачи данных между документами комплекта.



- ▼ Откройте сборку *ПК.00.00. Блок направляющий*, если она не открыта.

- ▼ Откройте меню **Спецификация** и вызовите команду **Создать спецификацию по сборке**.



Будет создана спецификация на изделие.

Код	Знач	Тех	Обозначение	Наименование	Кол	Примечание
				<i>Сборочные единицы</i>		
	1	ПК.01.00		Ролик	1	
				<i>Детали</i>		
	4	ПК.00.01		Вилка	1	
	5	ПК.00.02		Кранштейн	1	
	6	ПК.00.03		Планка	1	
	7	ПК.00.04		Ось	1	
				<i>Стандартные изделия</i>		
	10			Болт М16х15-6х ГОСТ 7798-70	4	
	11			Винт М6-6х ГОСТ 11738-84	2	
	12			Гайка М16х15-6Н ГОСТ 5915-70	4	
	13			Масленка 1.3.186 ГОСТ 19853-74	1	
	14			Шайба С 16.37 ГОСТ 10450-78	4	
	15			Шайба 2.6 ГОСТ 10462-81	3	

По умолчанию система создает спецификацию со стилем **Простая спецификация ГОСТ 2.106-96**. При необходимости можно выбрать другой стиль или создать новый. Подробнее о настройке спецификации смотрите в сопроводительной документации.

Спецификации открываются в нормальном режиме. Для просмотра воспользуйтесь более наглядным режимом разметки страниц.

**Нормальный режим** — основной режим работы со спецификацией. На экране отображается только ее стандартная таблица. Основная надпись документа-спецификации в нор-

мальном режиме не видна и недоступна для редактирования. В этом режиме выполняются все основные операции: ввод и редактирование данных (объектов спецификации), к объектам подключаются позиционные линии-выноски и документы, производится сортировка, простановка позиций и т.д.

В режиме разметки страниц спецификации показываются так, как они будут выводиться на печать. Видны и доступны для редактирования таблицы основной надписи документа-спецификации. объекты спецификации, напротив, недоступны для редактирования.



▼ Нажмите кнопку **Разметка страниц** на панели **Режимы**.



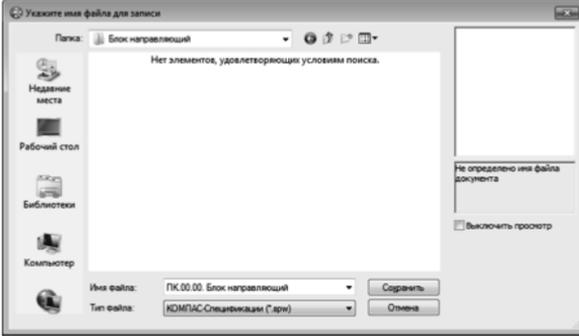
▼ Нажмите кнопку **Масштаб по высоте листа** на панели **Вид**.

Код	Имя	Имя	Имя	Обозначение	Наименование	Кол	Примечание
<i>Сборочные единицы</i>							
1	ПК.01.00			Ролик		1	
<i>Детали</i>							
4	ПК.00.01			Вилка		1	
5	ПК.00.02			Кронштейн		1	
6	ПК.00.03			Планка		1	
7	ПК.00.04			Ось		1	
<i>Стандартные изделия</i>							
10				Болт М16х15-6H ГОСТ 7798-70		4	
11				Винт М6-6H-20 ГОСТ 11738-84		2	
12				Гайка М16х15-6H ГОСТ 5915-70		4	
13				Масленка 1.3 К86 ГОСТ 19853-74		1	
14				Шайба С 16.37 ГОСТ 10450-78		4	
15				Шайба 2.6 ГОСТ 10462-81		3	
ПК.00.00							
Блок направляющий							
Копирдаст						Формат А4	



Обратите внимание — графы *Обозначение* и *Наименование* основной надписи спецификации заполнены данными из свойств сборки изделия.

- ▼ Сохраните спецификацию в папке проекта под именем *ПК.00.00. Блок направляющий*. Соответствующий тип файла будет выбран автоматически.

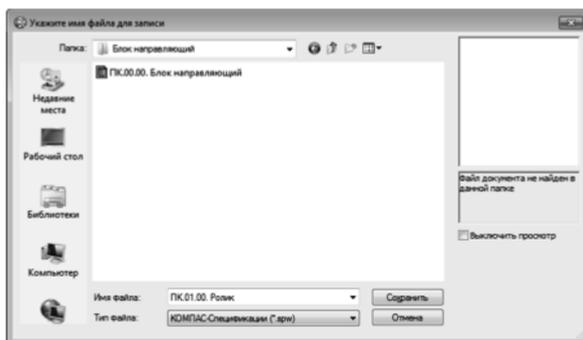


- ▼ Закройте окна всех документов с сохранением данных.
- ▼ Откройте сборку *ПК.01.00. Ролик*.
- ▼ Создайте спецификацию на сборку.



Итого	Кол-во	Изм.	Имя	Обозначение	Наименование	Кол	Примечание
<i>Детали</i>							
1				<i>ПК.0101</i>	<i>Ролик</i>	1	
2				<i>ПК.0102</i>	<i>Втулка</i>	1	
<i>ПК.01.00</i>							
<i>Ролик</i>							

- ▼ Сохраните спецификацию в папке проекта под именем *ПК.01.00. Ролик*.



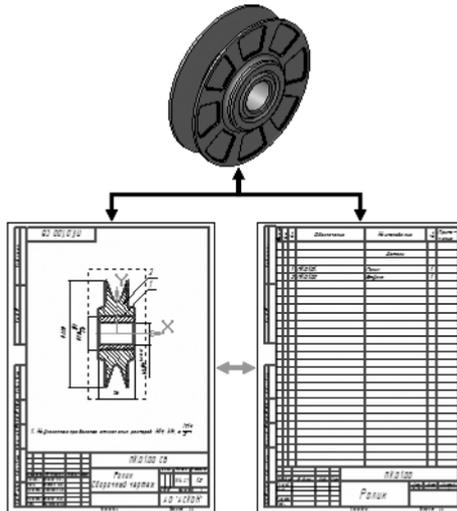
Созданные спецификации нуждаются в доработке.

- ▼ Спецификации нужно подключить к сборочным чертежам.
- ▼ Объекты спецификаций нужно подключить к позиционным линиям-выноскам на сборочных чертежах.
- ▼ Объекты спецификаций нужно подключить к рабочим чертежам.
- ▼ В спецификациях необходимо создать раздел *Документация*.
- ▼ Следует оформить основную надпись.

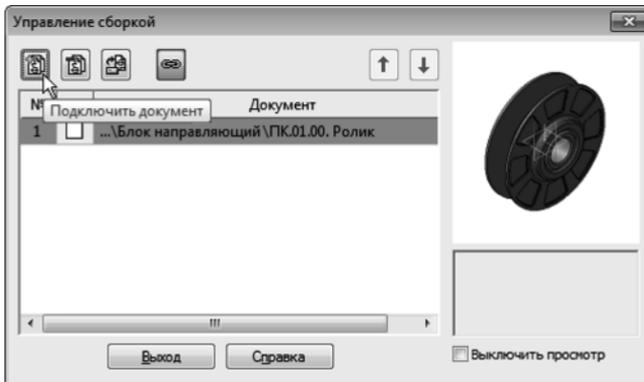
Далее эти операции подробно рассмотрены на примере спецификации сборочной единицы *Ролик*. Окна прочих документов удобнее закрыть.

## 9.2. Подключение сборочного чертежа

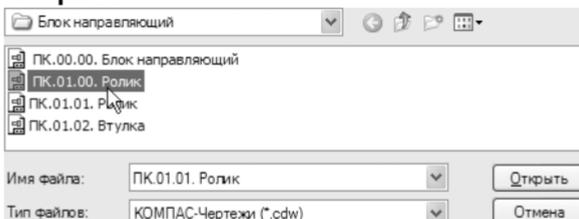
- ▼ Закройте сборку *ПК.01.00. Ролик*. Открытым должно остаться окно спецификации *ПК.01.00. Ролик*.
- ▼ Система автоматически сформировала связи между 3D-сборкой, спецификацией и сборочным чертежом (черные стрелки). Связь между спецификацией и чертежом нужно сформировать вручную (серая стрелка).



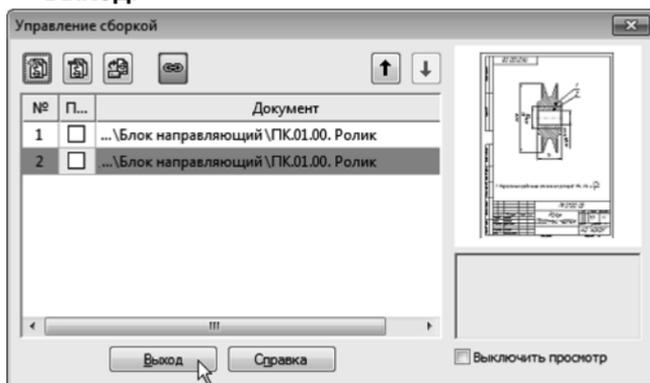
- ▼ Вернитесь в нормальный режим работы со спецификацией. Для этого нажмите кнопку **Нормальный режим** на панели **Режимы**.
- ▼ Нажмите кнопку **Управление сборкой** на инструментальной панели **Спецификация**.
- ▼ В окне **Управление сборкой** нажмите кнопку **Подключить документ**.



- ▼ В диалоге открытия файлов укажите файл сборочного чертежа *ПК.01.00. Ролик* и нажмите кнопку **Открыть**.



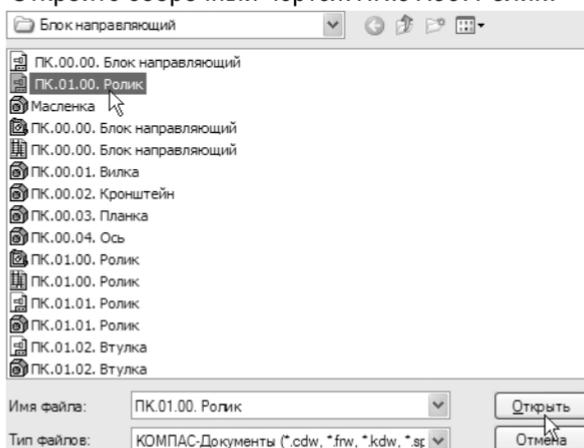
- ▼ Подключенный документ отобразится в списке окна **Управление сборкой**. Нажмите кнопку **Выход**.



### 9.3. Подключение позиционных линий-выносок



- ▼ Откройте сборочный чертеж *ПК.01.00. Ролик*.

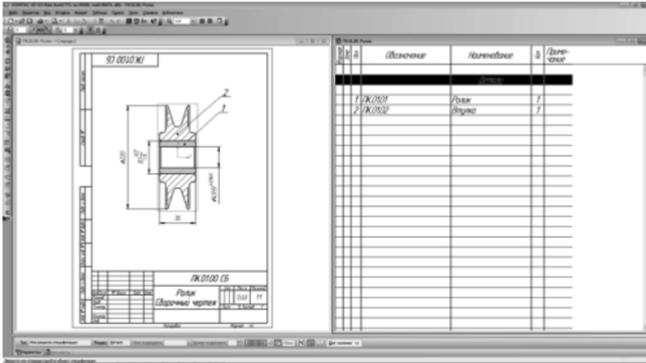


Теперь открыты два документа: спецификация и сборочный чертеж. Работу с объектами спецификации удобнее выполнять, когда на экране одновременно видны окно спецификации и окно сборочного чертежа.

- ▼ Вызовите команду **Окно — Мозаика вертикально**.
- ▼ Сделайте текущим окно спецификации. Для этого щелкните мышью на его заголовке.
- ▼ Нажмите кнопку **Масштаб по высоте листа** на панели **Вид**.



- ▼ Сделайте текущим окно сборочного чертежа.
- ▼ Нажмите кнопку **Показать все** на панели **Вид**.

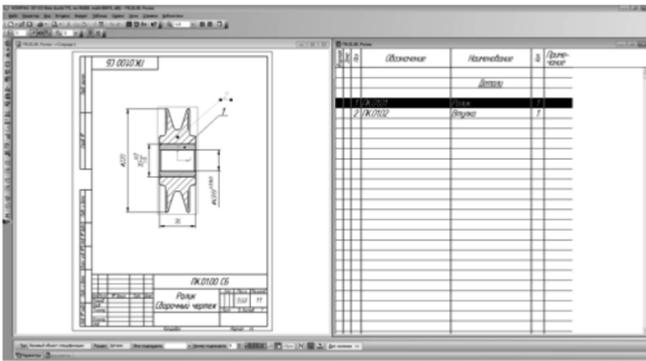


- ▼ Сделайте текущим окно спецификации.
- ▼ Нажмите кнопку **Расставить позиции** на панели **Спецификация**. Это позволит упорядочить номера позиций в случае, если их порядок нарушился в результате автоматической сортировки объектов.



Обратите внимание на то, что деталь *Ролик* в спецификации в результате автоматической сортировки объектов имеет номер позиции 1. На чертеже номер ее позиции 2, потому что конструктор проставил к ней позиционную линию-выноску второй. Это возможное временное несоответствие номеров будет устранено при подключении позиционных линий-выносок к объектам спецификации.

- ▼ Щелчком мыши выделите на чертеже выноску номер 2, указывающую на деталь *Ролик*.
- ▼ В окне спецификации сделайте текущей строку объекта *Ролик*.



- ▼ Нажмите кнопку **Редактировать состав объекта** на инструментальной панели **Спецификация**.





После включения позиционных линий-выносок в состав объектов спецификации система будет автоматически согласовывать номера позиций объектов в спецификации и на сборочном чертеже.



## 9.4. Просмотр состава объектов спецификации

При работе с чертежами, содержащими ассоциативные виды, автоматически проверяется соответствие между видами и изображенными в них моделями. Если будет обнаружено какое-либо рассогласование, виды отображаются перечеркнутыми. Вы можете в любое время перестроить чертеж, нажав кнопку **Перестроить** на панели **Вид** или клавишу <F5> на клавиатуре.



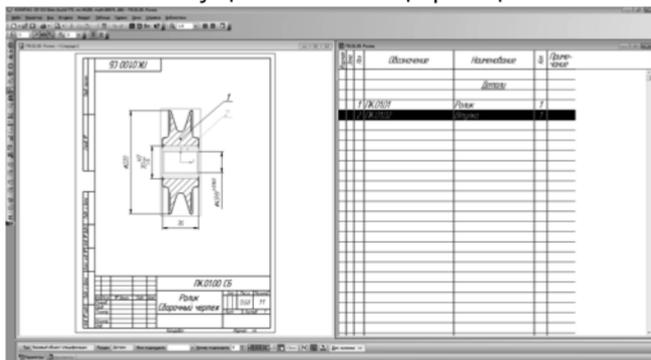
- ▼ Щелкните мышью на объекте *Ролик* в окне спецификации. Объект станет текущим и будет выделен цветом.
- ▼ Нажмите кнопку **Показать состав объекта** на инструментальной панели **Спецификация**. На чертеже будет подсвечена деталь *Ролик*.



Вместе с деталями на чертеже выделяются и указывающие на них позиционные линии-выноски, которые имеют правильные номера позиций.



- ▼ Просмотрите состав объекта *Втулка*. Для этого сделайте его текущим в окне спецификации.



- ▼ Отключите режим просмотра состава объектов спецификации.

## 9.5. Подключение рабочих чертежей

Подключение документов к объектам спецификации позволяет управлять документами проекта из единого центра — спецификации на изделие, которая является основным конструкторским документом, определяющим его состав. Кроме того, конструктор может изменять обозначения и наименования сборочных единиц и деталей прямо в спецификации. Эти изменения будут передаваться в подключенные документы.

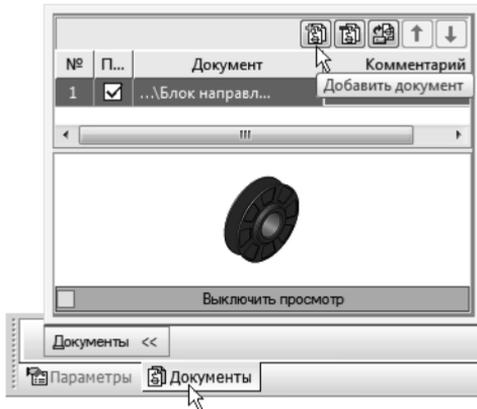
Передача изменений выполняется и в обратном направлении — из документов в спецификацию. Согласование номеров позиций в спецификации и на сборочных чертежах (в позиционных линиях-выносах, подключенных к объектам спецификации) также выполняется автоматически.

- ▼ В спецификации сделайте текущим объект *Ролик*.

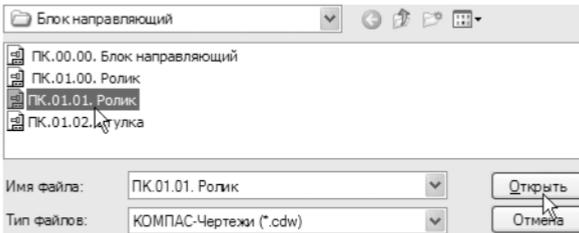
ГК.01.00. Ролик						
Формат	Этап	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
				<i>Детали</i>		
		1	ГК.01.01	Ролик	1	
		2	ГК.01.02	Втулка	1	

- ▼ Откройте вкладку **Документы** на Панели свойств.

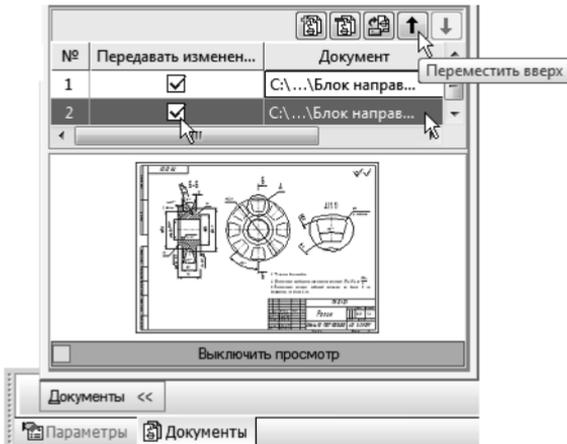
- ▼ На инструментальной панели окна подключенных документов нажмите кнопку **Добавить документ**.



- ▼ В диалоге открытия файлов, в папке *Блок направляющий*, укажите чертеж *ПК.01.01. Ролик* и нажмите кнопку **Открыть**.



- ▼ Включите опцию **Передавать изменения в документ**. Установка этого режима позволит автоматически передавать в штамп рабочего чертежа наименование и обозначение документа, если они будут изменены в спецификации.



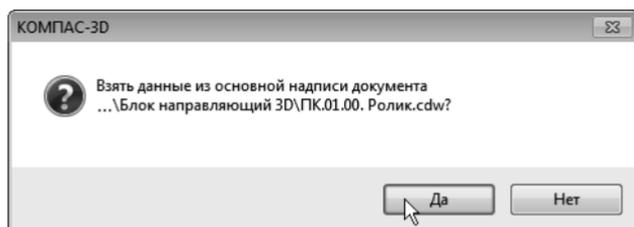
В списке подключенных документов чертеж должен стоять на первом месте.

▼ Убедитесь, что текущей является строка рабочего чертежа.



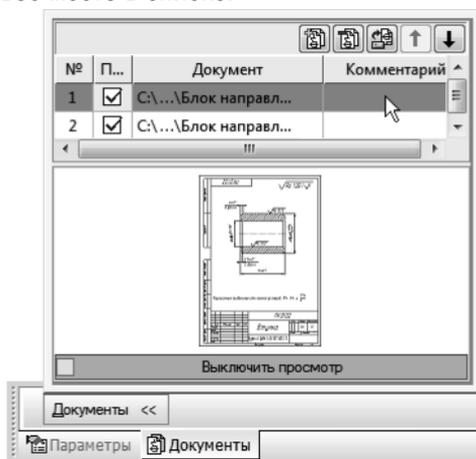
▼ Нажмите кнопку **Переместить вверх** на Панели управления окна.

▼ Нажмите кнопку **Да** в ответ на запрос системы относительно копирования данных из основной надписи чертежа.



Обратите внимание, что в спецификации автоматически заполнена ячейка *Формат*.

▼ Подключите к объекту *Втулка* его чертеж, как это было показано выше. Переместите чертеж на первое место в списке.

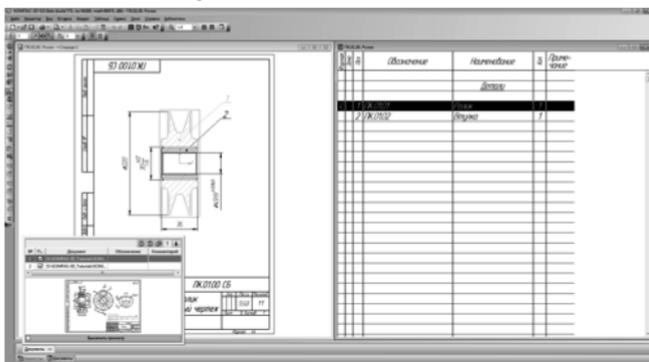


## 9.6. Просмотр и редактирование подключенных документов

### Просмотр документов

Вы можете одновременно просматривать объект в спецификации, его изображение на сборочном чертеже, трехмерную модель или рабочий чертеж.

- ▼ Щелкните мышью на объекте *Ролик* в окне спецификации.
- ▼ Нажмите кнопку **Показать состав объекта** на панели **Спецификация**.



- ▼ В списке подключенных документов укажите вторую строку. В окне будет показана трехмерная модель.
- ▼ Просмотрите состав объекта *Втулка* и подключенные к нему документы. Для этого сделайте его текущим в окне спецификации.

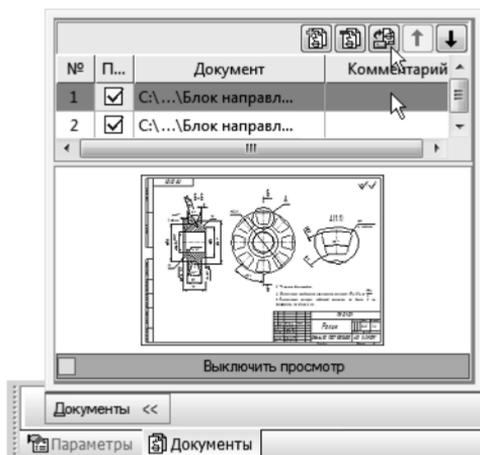
### Редактирование документов

Прямо из спецификации можно открыть любой документ (из числа подключенных) для полноэкранного просмотра или редактирования.

- ▼ Щелкните мышью на объекте *Ролик* в окне спецификации.
- ▼ В списке подключенных документов укажите строку рабочего чертежа.



- ▼ Нажмите кнопку **Загрузить документ** — чертеж будет открыт в отдельном окне.

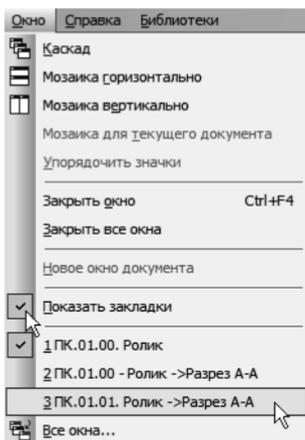


При загрузке документа активным остается окно спецификации, для просмотра чертежа необходимо активизировать его окно.

- ▼ Откройте меню **Окно** и укажите его имя в списке открытых документов.



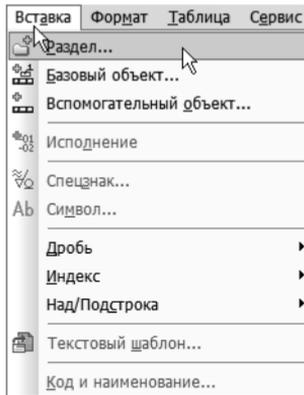
Для переключения между окнами удобно использовать закладки, которые располагаются сразу над областью документов. Для того чтобы сделать текущим нужный документ, достаточно щелкнуть на его закладке.



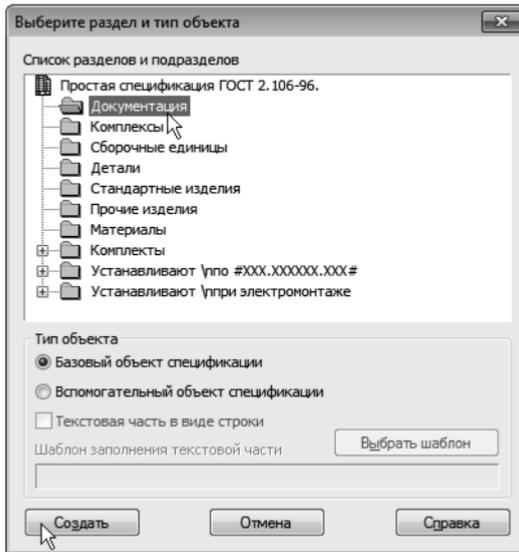
## 9.7. Создание раздела Документация

- ▼ Сделайте текущим окно спецификации.

▼ Вызовите команду **Вставка — Раздел**.



▼ В списке разделов укажите *Документация* и нажмите кнопку **Создать**.



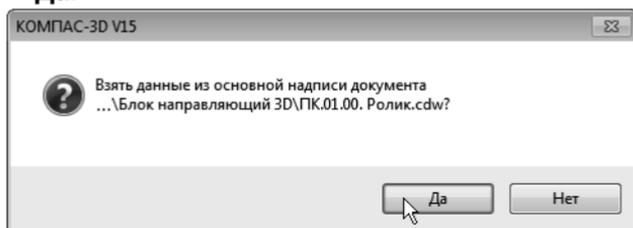
В спецификации появится указанный раздел и новый (пустой) объект спецификации в режиме редактирования его текстовой части. Вместо ручного ввода необходимые данные можно взять из основной надписи сборочного чертежа.

▼ Откройте вкладку **Документы** на Панели свойств. Нажмите кнопку **Добавить документ**.



▼ В диалоге открытия файлов укажите чертёж *ПК.01.00. Ролик* и нажмите кнопку **Открыть**.

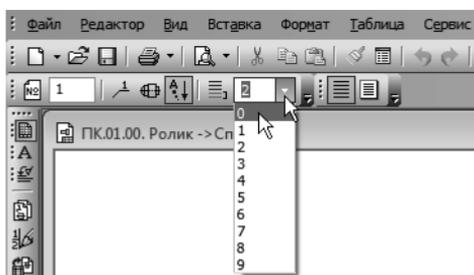
- ▼ В ответ на запрос системы относительно копирования данных из штампа чертежа нажмите кнопку **Да**.



- ▼ После того как строка нового объекта будет заполнена данными из основной надписи сборочного чертежа, нажмите кнопку **Создать объект** на Панели специального управления.



Можно сократить количество резервных строк в каждом из разделов (по умолчанию две строки). Для этого раскройте список **Количество резервных строк** на панели **Текущее состояние** и укажите нужное значение, например, **0**. Отказаться от пустой строки в конце раздела невозможно — ее наличие оговорено стандартом.

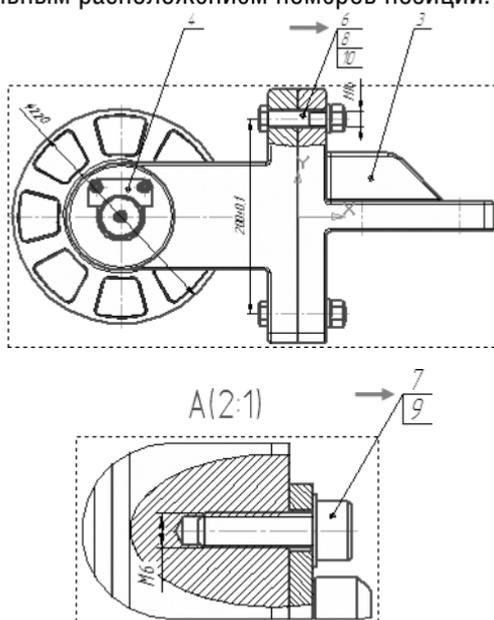


Формат	Знач	Лин	Обозначение	Наименование	Кол	Примечание
				Документация		
1			ПК.01.00 СБ	Сборочный чертеж		
				Детали		
А3	1		ПК.01.01	Ролик	1	
	2		ПК.01.02	Втулка	1	



рядок нарушился в результате сортировки объектов.

- ▼ К объекту спецификации *ПК.01.00 Ролик* (в разделе *Сборочные единицы*) вначале подключите его спецификацию, затем сборочный чертеж.
- ▼ Линии-выноски, указывающие на группы крепежных деталей, относящихся к одному и тому же месту крепления, подключите ко всем элементам группы. При этом система будет автоматически формировать общую линию-выноску с вертикальным расположением номеров позиций.



- ▼ После подключения линий-выносок ко всем объектам спецификации нажмите кнопку **Синхронизировать данные с документами сборки** на панели **Спецификация**.

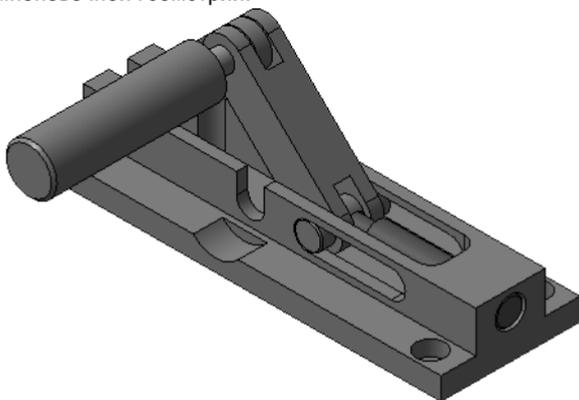
Это позволит передать в лист сборочного чертежа изменения, внесенные в объекты спецификации. Система выполнит согласование номеров позиций в спецификации с номерами линий-выносок на сборочном чертеже.

- ▼ Закройте окна всех документов с сохранением данных.



## Урок № 10. Сборки на основе Компоновочной геометрии

В этом уроке на примере изделия *Фиксатор* показан процесс коллективного проектирования изделия с использованием Компоновочной геометрии.



Основные компоненты изделия будут спроектированы с использованием методики проектирования **Сверху вниз на основе компоновочной геометрии**. Простые детали будут созданы с помощью прочих методик. Таким образом, проектирование изделия будет выполнено комбинированным способом. Разумное сочетание разных методик — наиболее эффективный способ проектирования.

Изделие будет проектироваться в открытом (крайнем левом) положении. При проектировании нужно сформировать связи между компонентами. Это позволит обеспечить работу механизма без использования сопряжений и изменять размеры основных деталей с автоматическим перестроением сборки.

### В этом уроке рассматривается

- ▼ Создание Компоновочной геометрии.
  - ▼ Допущения.
  - ▼ Создание кинематической схемы.
  - ▼ Проверка кинематической схемы.
  - ▼ Геометрия детали *Штифт*.
  - ▼ Геометрия деталей *Рычаг* и *Ползун*.
  - ▼ Определение габаритов изделия.
  - ▼ Геометрия детали *Направляющая*.
  - ▼ Геометрия деталей *Ось шарнира* и *Рукоятка*.
  - ▼ Создание локальных систем координат движущихся компонентов.

- ▼ Окончательная проверка Компоновочной геометрии.
- ▼ Определение структуры изделия и методов проектирования компонентов.
- ▼ Разделение изделия на составные части. Создание коллекций.
- ▼ Проектирование компонентов.
  - ▼ Проектирование детали *Направляющая*.
  - ▼ Проектирование сборочной единицы *Шарнир*.
  - ▼ Проектирование детали *Штифт*.
  - ▼ Проектирование детали *Рукоятка*.
- ▼ Создание финальной сборки изделия.
  - ▼ Добавление детали *Штифт*.
  - ▼ Добавление сборочной единицы *Шарнир*.
  - ▼ Добавление детали *Направляющая*.
  - ▼ Добавление детали *Рукоятка* и стандартного изделия *Ось*.
  - ▼ Проектирование детали *Ось штифта*.
  - ▼ Проверка работы механизма.
  - ▼ Редактирование детали *Направляющая*.

## 10.1. Создание Компоновочной геометрии

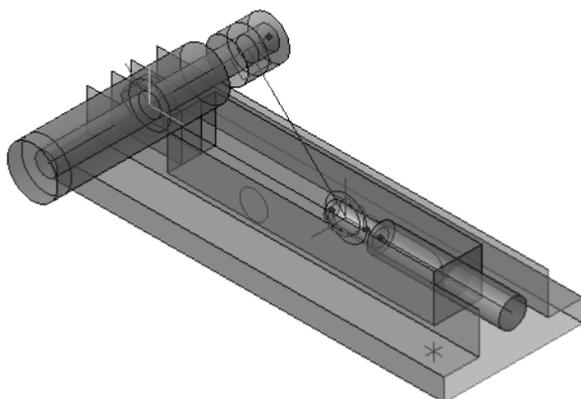
Проектирование изделия начинается с создания его Компоновочной геометрии (далее — КГ), которая в самом общем виде описывает основные конструктивные параметры изделия, достаточные для его проектирования. КГ может храниться в файле сборки, детали или локальной детали. Для описания КГ используются любые объекты: плоскости, поверхности, эскизы, оси, точки, тела, переменные, выражения и т.д. Использование твердых тел желательно свести к минимуму — Компоновочная геометрия должна быть максимально легкой и простой.

При необходимости в файл КГ можно добавлять узлы и детали, заимствованные из других проектов, а так же покупные изделия, заменяя их, по возможности, упрощенными представлениями. Таким образом, в файле КГ находится набор данных, минимальный, но достаточный для проектирования всех компонентов изделия.

Компоновочная геометрия позволяет:

- ▼ изначально определить основные конструктивные особенности сборки;
- ▼ выполнить разделение изделия на составные части;

- ▼ передавать конструктивные особенности в модели компонентов;
- ▼ автоматически выполнять изменения компонентов на этапе доводки изделия;
- ▼ обеспечить параллельную работу над проектом нескольких разработчиков.



Для описания геометрии подвижных частей рекомендуется использовать пространственные кривые, точки, поверхности. Для описания неподвижных компонентов можно использовать эскизы.

---



Создание Компоновочной геометрии изделия — первый и самый важный этап проектирования нового изделия. От того, насколько грамотно выполнен этап эскизного проектирования, в значительной степени зависит весь ход дальнейшей работы и то, насколько удобно будет вносить изменения в проект. Как правило, этот этап выполняют специалисты высокой квалификации: Ведущий инженер, Руководитель конструкторского бюро и т.д.

---



Уровень детализации Компоновочной геометрии зависит от сложности изделия, квалификации исполнителей, характера взаимодействия между конструкторскими группами и т.д. КГ не должна быть слишком сложной и подробной, но достаточной, для того, чтобы исполнители могли начать работу. Чем тщательнее прорабатывается КГ, тем больше времени затрачивает Ведущий конструктор, но тем проще работать исполнителю. Напротив, самая общая проработка КГ Ведущим конструктором позволяет ему не тратить время на второстепенные моменты и сосредоточиться на основных параметрах конструкции. В этом случае исполнителям остается большая свобода творчества.

---

КГ может быть передана в работу еще до ее окончательного создания и дорабатываться параллельно с проектированием узлов. При этом подразумевается, что при корректировке КГ должен соблюдаться определенный баланс: удаление существующих объектов необходимо свести к минимуму. Редактировать существующие объекты и добавлять новые можно без ограничений.



В ходе разработки КГ определяется основной состав изделия и функции составных частей. Это целесообразно выполнять на данном этапе, поскольку поможет:

- ▼ уточнить требования к компоновочной геометрии и при необходимости корректировать ее;
- ▼ определить наименования составных частей изделия и объектов компоновочной геометрии;
- ▼ создать коллекции объектов для их последующего копирования в модели составных частей;
- ▼ определить методы проектирования компонентов и назначить исполнителей.

### 10.1.1. Допущения

Изделие *Фиксатор* простое и может быть создано одним человеком с помощью любой методики. В этом уроке оно используется как пример коллективного проектирования на основе Компоновочной геометрии. Для того чтобы последующие действия были понятными и логичными, примем некоторые допущения. Будем считать, что по каким-то причинам (сложность сборки, сокращение времени) для ее создания потребовалось привлечение трех конструкторов. Таким образом, в реализации проекта принимают участие четыре человека: Ведущий конструктор, Конструктор А, Конструктор Б и Конструктор В.

Ведущий конструктор разрабатывает КГ изделия, разделяет его на отдельные компоненты, создает финальную сборку и осуществляет контроль за процессом проектирования. Конструкторы выполняют проектирование закрепленных за ними компонентов.

### 10.1.2. Создание кинематической схемы

**Эту работу выполняет Ведущий конструктор.**

Для сокращения времени можно взять готовый файл *Компоновочная геометрия.t3d* из папки *Фиксатор* основного каталога системы или использовать его в качестве образца.



- ▼ Создайте новую папку с именем *Фиксатор*.

- ▼ Создайте новую деталь с именем *Компоновочная геометрия* и сохраните ее в папке *Фиксатор*.
- ▼ Установите ориентацию **Изометрия XYZ**.
- ▼ Создайте в модели три переменные, присвойте им значения, показанные на рисунке. Введите комментарии.

Переменные				
Имя	Выражение	Значение	Параметр	Комментарий
Компоновочная геометрия (Тел-0)				
Alpha	45.0	45.0		Угол Рычаг-Ползун
R	7.50	7.50		Радиус Рычага и Ползуна
S	5.0	5.0		Толщина Рычага
(0)Начало координат				

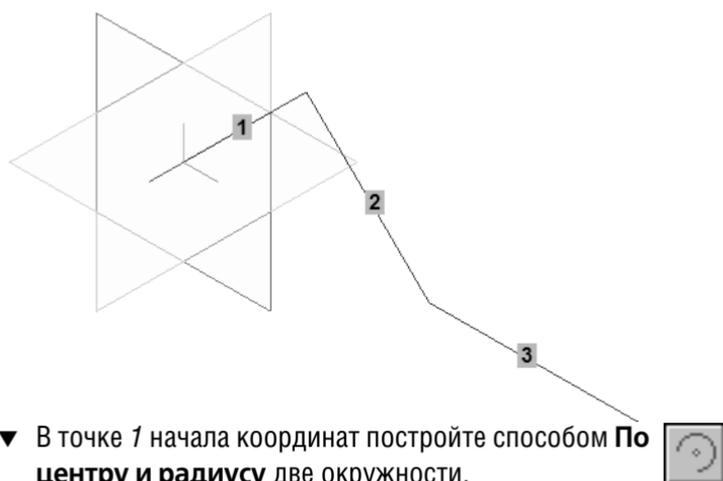


- ▼ Из точки начала координат способом **По точке, длине и углу наклона** постройте отрезок 1.  
 Длина отрезка — *50 мм*,  
 угол наклона — *Alpha*,  
 базовая плоскость — *XУ*.  
 Присвойте отрезку имя *Отрезок:1\_Рычаг*.



Присваивайте элементам собственные имена. Это облегчит чтение Деревя модели и выбор отдельных объектов. Эти имена будут использоваться ниже в описании построений.

- ▼ Из конечной точки отрезка 1 способом **По точке, длине и углу наклона** постройте отрезок 2.  
 Длина отрезка — *50 мм*,  
 угол наклона — *360-Alpha*,  
 базовая плоскость — *XУ*.  
 Присвойте отрезку имя *Отрезок:2\_Ползун*.
- ▼ Из конечной точки отрезка 2 постройте отрезок 3.  
 Длина отрезка — *60 мм*,  
 угол наклона — *0*,  
 базовая плоскость — *XУ*.  
 Присвойте отрезку имя *Отрезок:3\_Штифт*.



- ▼ В точке 1 начала координат постройте способом **По центру и радиусу** две окружности.

Базовая плоскость —  $XU$ .

Радиус малой окружности — 4 мм,  
имя — *Дуга окружности:1\_Ось Рычага*.

Радиус большой окружности —  $R$ ,  
имя — *Дуга окружности:2\_Рычаг*.

- ▼ Точно такие же окружности постройте в точке 2.  
Имя малой окружности — *Дуга окружности:3\_Ось шарнира*,

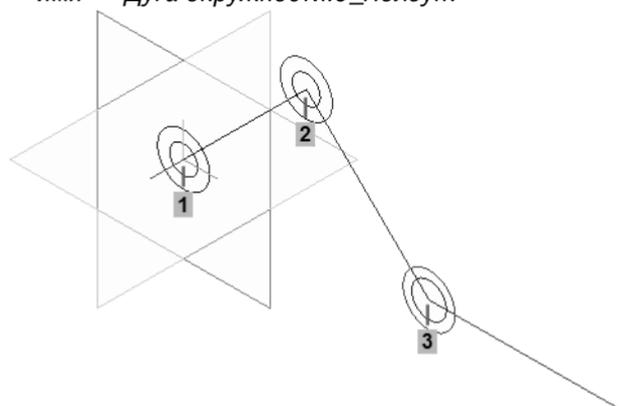
имя большой окружности — *Дуга окружности:4\_Ползун*.

- ▼ В точке 3 способом **По центру и радиусу** постройте две окружности.

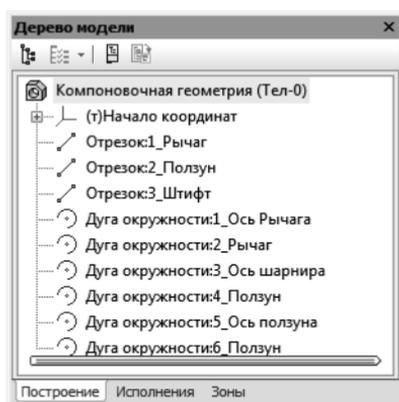
Базовая плоскость —  $XU$ .

Радиус малой окружности — 5 мм,  
имя — *Дуга окружности:5\_Ось ползуна*.

Радиус большой окружности —  $R$ ,  
имя — *Дуга окружности:6\_Ползун*.

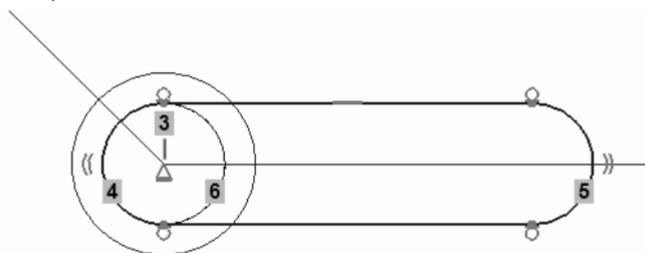


Дерево модели должно выглядеть так, как показано на рисунке.

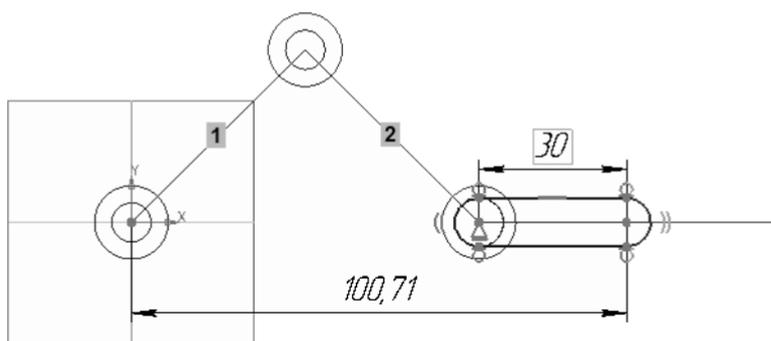


Теперь нужно построить контур паза, в котором будет перемещаться деталь *Ось ползуна*.

- ▼ Создайте эскиз на плоскости XY. В эскизе от точки 3 постройте контур, показанный на рисунке.
- ▼ При работе механизма контур должен оставаться неподвижным — зафиксируйте точку 3. На дуги 4 и 5 наложите ограничение **Равенство радиусов** по отношению к окружности 6. Контур должен быть параметрически выровнен в горизонтальном направлении.



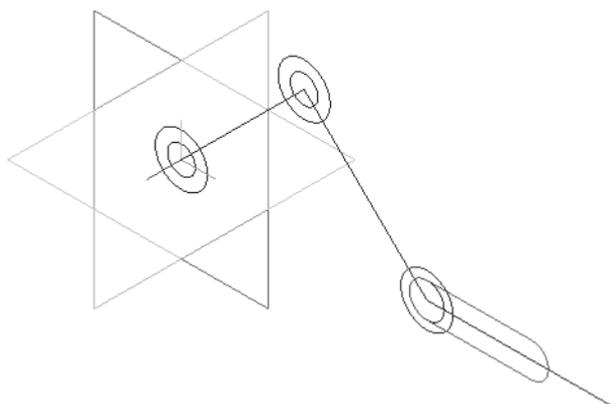
- ▼ Проставьте размеры. Размер *100,71 мм* — информационный. Максимальное перемещение *Оси штифта* составляет *100 мм* (суммарная длина отрезков 1 и 2). Таким образом размер *30 мм* обеспечивает достаточную длину паза для свободного перемещения *Оси*.



- ▼ Присвойте эскизу имя *Эскиз:1\_паз* для *Оси штифта*.

### 10.1.3. Проверка кинематической схемы

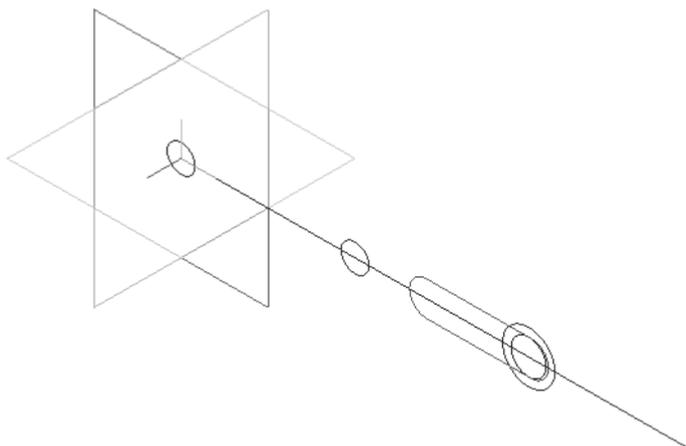
Сейчас Компонвочная геометрия выглядит так, как показано на рисунке. Прежде чем продолжать построения, нужно проверить работу кинематической схемы.



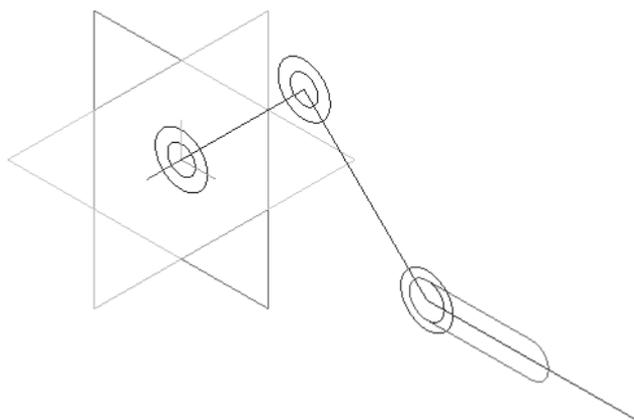
- ▼ Присвойте переменной *Alpha* значение *0*.

Имя	Выражение	Значение	Параметр	Комментарий
Компновочная геометрия (Тел-0)				
Alpha	0.0	0.0		Угол Рычаг-Ползун
S	5.0	5.0		Толщина Рычага
R	7.50	7.50		Радиус Рычага и Ползуна
<input type="checkbox"/> (т)Начало координат <input type="checkbox"/> Отрезок:1 <input type="checkbox"/> Отрезок:2 <input type="checkbox"/> Отрезок:3 <input type="checkbox"/> Дуга окружности:1_Ось Рычага <input type="checkbox"/> Дуга окружности:2_Рычаг <input type="checkbox"/> Дуга окружности:3_Ось шарнира <input type="checkbox"/> Дуга окружности:4_Ползун <input type="checkbox"/> Дуга окружности:5_Ось штифта <input type="checkbox"/> Дуга окружности:6_Ползун <input checked="" type="checkbox"/> (+) Эскиз:1_паз для Оси штифта				

- ▼ Перестройте модель и проверьте результат.

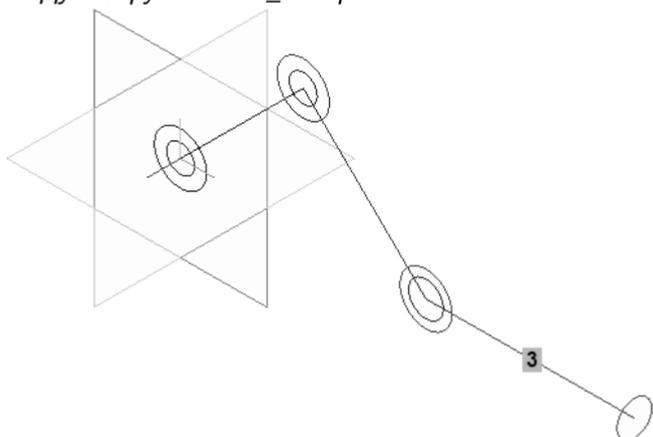


- ▼ Присвойте переменной *Alpha* значение 45 и перестройте модель — она должна вернуться в исходное состояние.

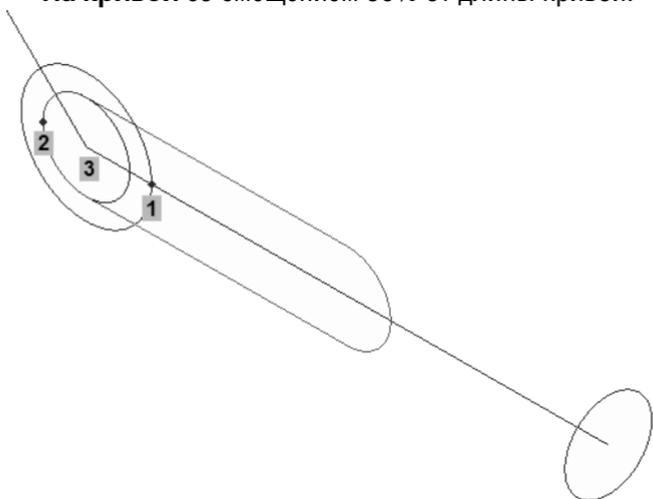


### 10.1.4. Геометрия детали Штифт

- ▼ Постройте окружность диаметром *10 мм* в конечной точке отрезка *3*. Присвойте объекту имя *Дуга окружности:7\_Штифт*.

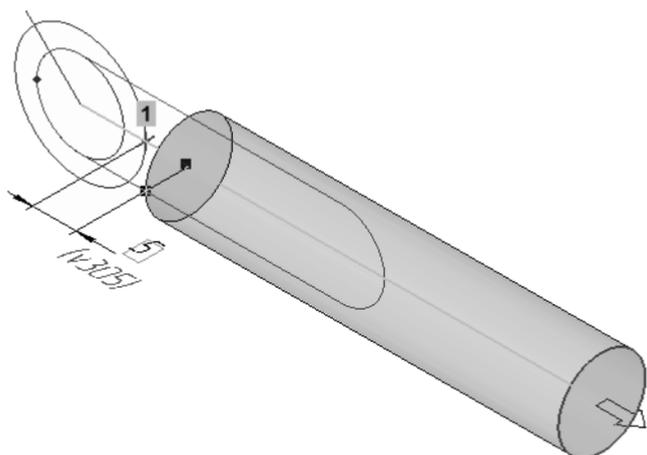


- ▼ Постройте точку *1* с именем *Точка:1\_длина Штифта* как точку пересечения отрезка с окружностью.
- ▼ На окружности постройте точку *2* с именем *Точка:2\_длина резьбовой части Штифта* способом **На кривой** со смещением *50%* от длины кривой.



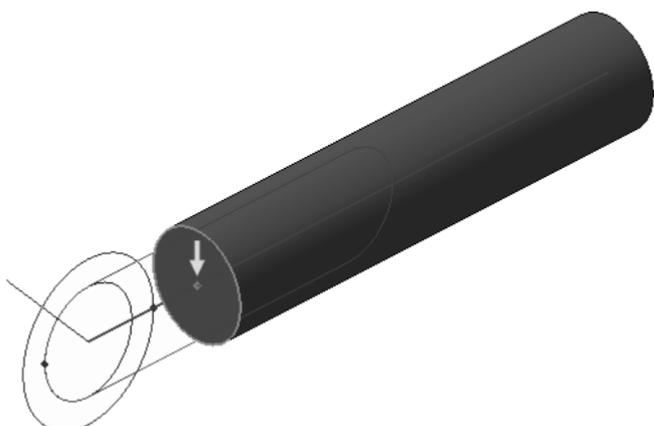
- ▼ Постройте замкнутую поверхность с именем *Поверхность выдавливания:1\_Штифт* на расстоянии *5 мм* до точки *1*.



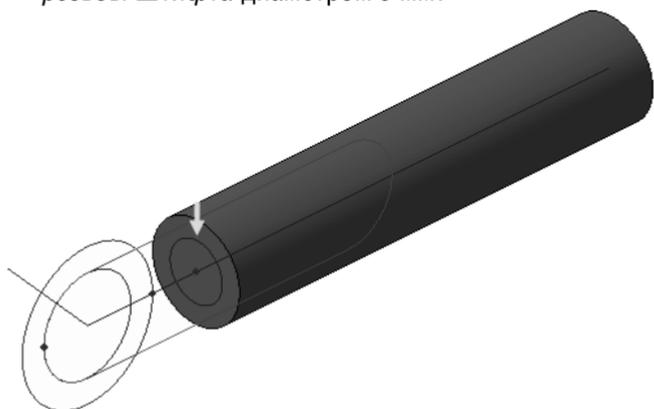


 Здесь и далее выполняется построение замкнутых поверхностей.

▼ Постройте точку пересечения отрезка с гранью.



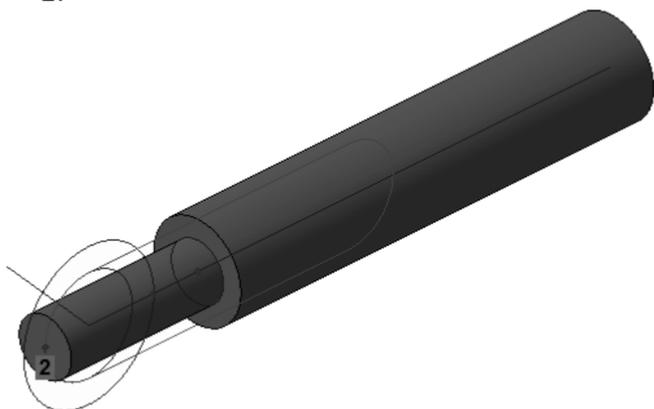
 ▼ Постройте окружность *Дуга окружности:8\_диаметр резьбы Штифта* диаметром 6 мм.



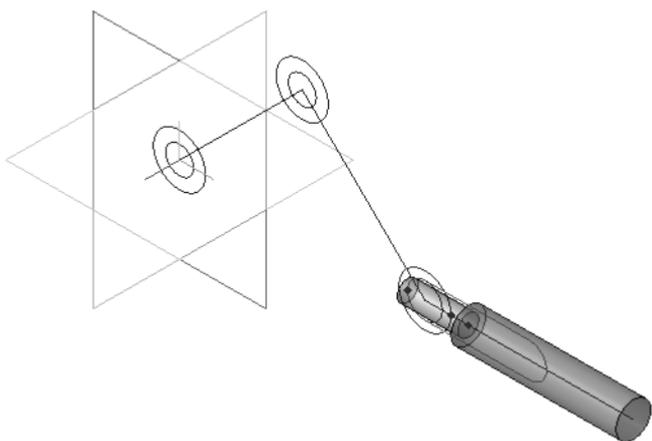
- ▼ На основе окружности постройте *Поверхность вы-*  
*давливания:2\_резьбовой участок Штифта* до точки



2.



Текущее состояние Компоночной геометрии.



Делайте поверхности прозрачными, чтобы они не закрывали  
прочие объекты Компоночной геометрии.

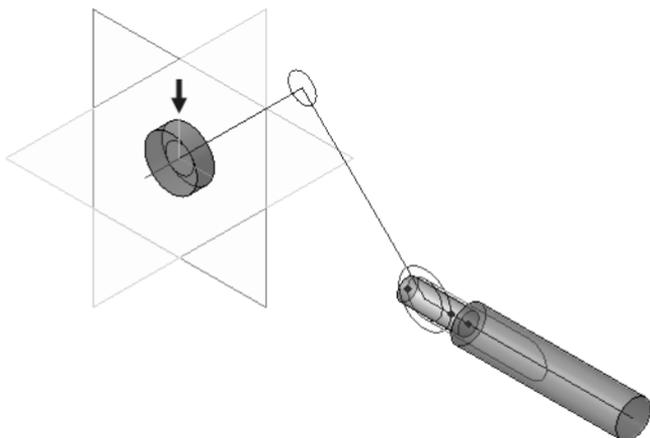


### 10.1.5. Геометрия деталей Рычаг и Ползун

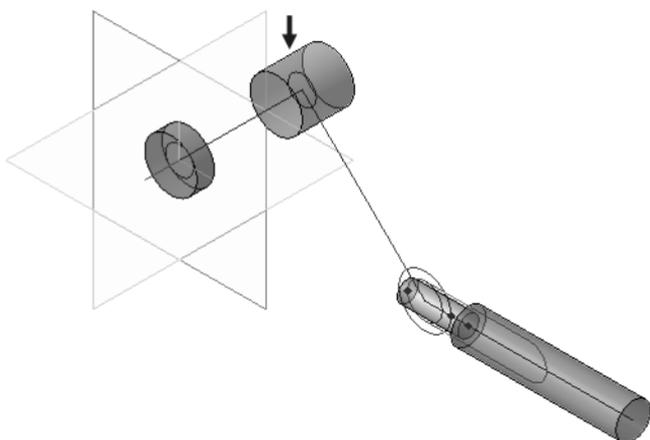
Ранее в модели была описана переменная  $S$ , которая нужна для определения толщины деталей *Рычаг* и *Ползун*.



- ▼ На основе окружности *Дуга окружности:2\_Рычаг* постройте замкнутую *Поверхность выдавливания:3\_Рычаг* от средней плоскости на расстояние, равное переменной  $S$ .

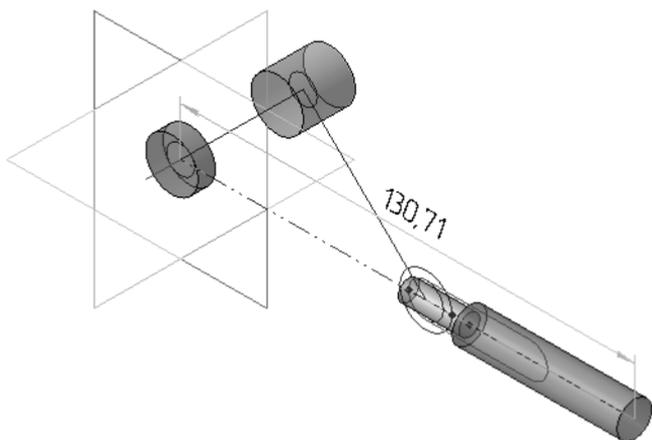


- ▼ На основе окружности *Дуга окружности:4\_Ползун* постройте замкнутую *Поверхность выдавливания:4\_Ползун* от средней плоскости на расстояние  $S*3$ .

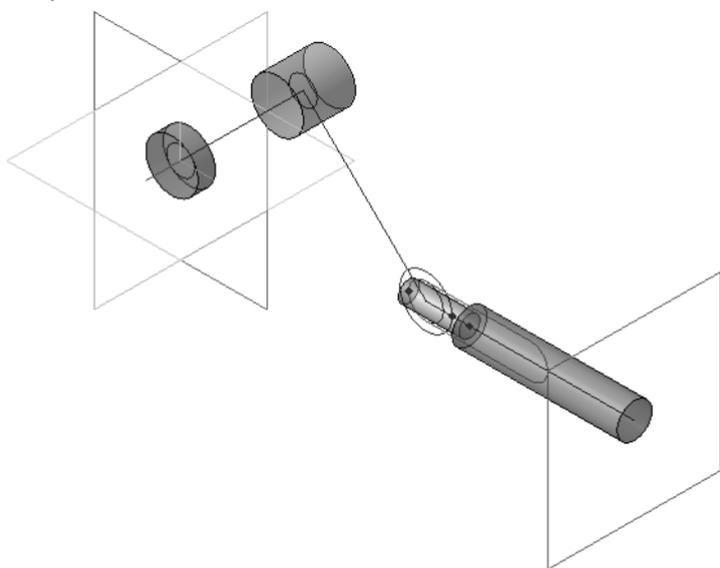


### 10.1.6. Определение габаритов изделия

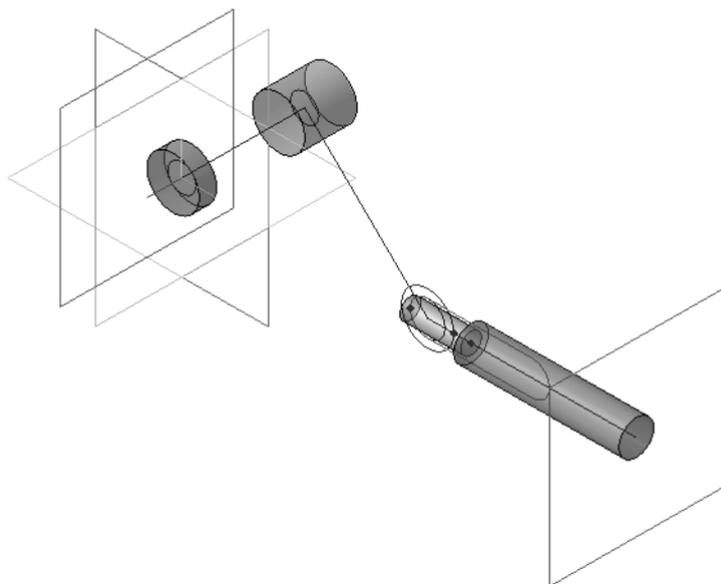
- ▼ Проставьте линейный размер от центра *Рычага* до конечной точки *Штифта* — он необходим для определения габаритов изделия.



- ▼ Постройте плоскость, смещенную относительно плоскости ZY вправо на расстояние 131 мм (ближайшее целое от значения размера). Присвойте плоскости имя *Смещенная плоскость:1\_Габарит правый*.



- ▼ Постройте плоскость, смещенную относительно плоскости ZY на расстояние *10 мм* влево. Присвойте плоскости имя *Смещенная плоскость:2\_Габарит левый*.

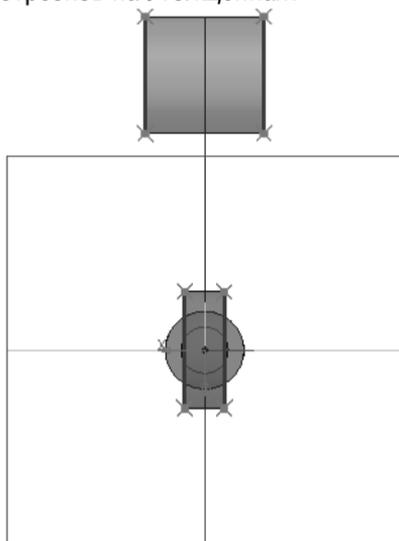


### 10.1.7. Геометрия детали Направляющая

После того как описана геометрия подвижных частей изделия, можно определить геометрию и размеры основной несущей детали *Направляющая*, которая объединяет конструкцию в единое целое.

- ▼ На плоскости *Смещенная плоскость:1\_Габарит правый* создайте эскиз.
- ▼ Используя клавиатурную команду  $\langle \text{Alt} \rangle + \langle \rightarrow \rangle$ , поверните эскиз в плоскости экрана на  $180^\circ$ .

- ▼ Спроецируйте в эскиз две грани цилиндрических поверхностей. Измените стиль линий проекционных отрезков на *Утолщенная*.



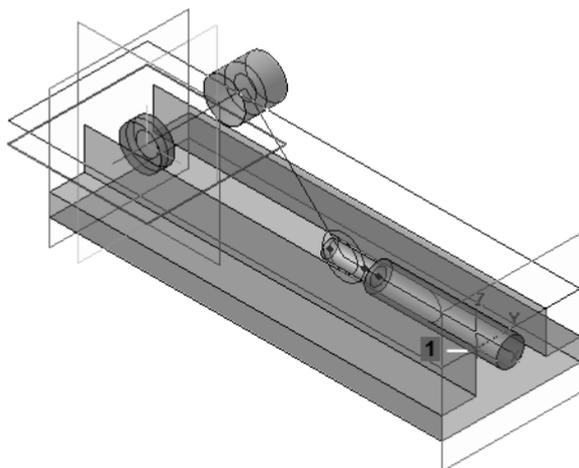
- ▼ Начертите контур, показанный на рисунке. Контур должен быть вертикально симметричен относительно оси, проходящей через точку начала координат эскиза. Точки 1 и 3 должны быть выровнены по горизонтали относительно точек 2 и 4 соответственно. Средняя точка 5 вертикального отрезка должна быть выровнена по горизонтали относительно точки 0 начала координат эскиза, точка 8 — выровнена по вертикали относительно точки 0.

Внимательно следите за созданием параметрических связей между объектами. Периодически проверяйте поведение контура путем перемещения его объектов и изменения размеров — перестроение контура должно отвечать требованиям конструктора. Завершенные эскизы должны находиться в полностью определенном состоянии.

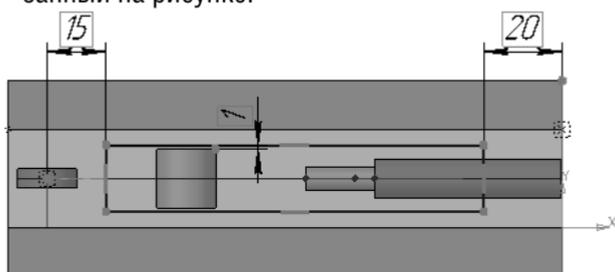


- ▼ Проставьте размеры *12,5 мм*, *8 мм* и *5 мм*. Проставьте информационные размеры *25 мм* и *50 мм*. Замыкать контур отрезком 1–3 не нужно, чтобы поверхность, созданная на основе эскиза, не закрывала внутренние элементы Компановочной геометрии.

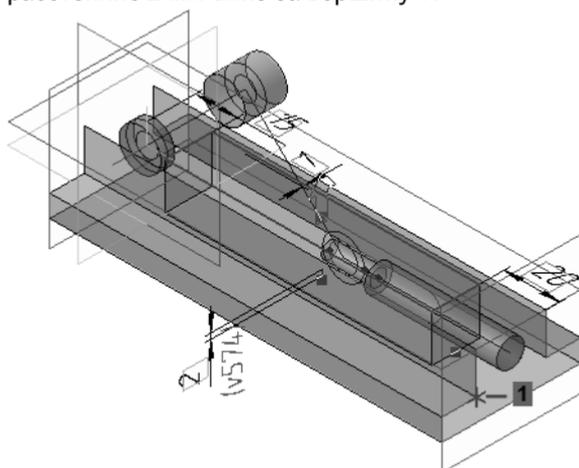




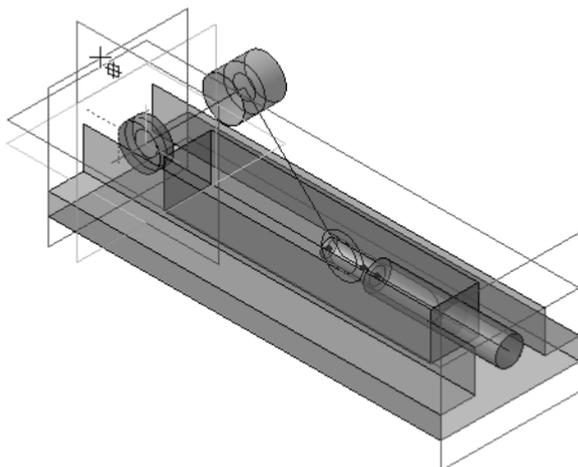
- ▼ На плоскости *Параллельная плоскость:1\_Габарит верхний* создайте *Эскиз:3\_паз Ползуна*, показанный на рисунке.



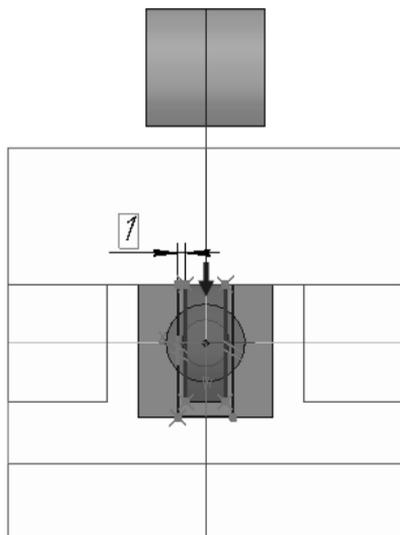
- ▼ На основе эскиза постройте открытую *Поверхность выдавливания:6\_паз Ползуна*, выступающую на расстояние 2 мм вниз за вершину 1.



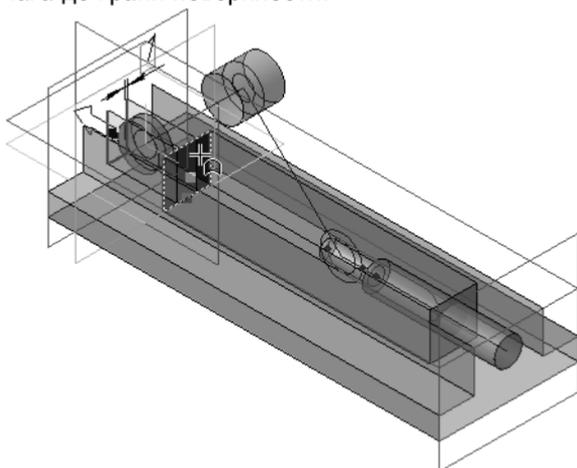
- ▼ Создайте эскиз на плоскости *Смещенная плоскость:2\_Габарит левый*.



- ▼ Поверните эскиз в плоскости экрана на  $180^\circ$ .
- ▼ Спроецируйте в эскиз цилиндрическую грань поверхности *Поверхность выдавливания:3\_Рычаг* (проекция на рисунке указана стрелкой). Измените стиль проекционных линий на *Утолщенная*.
- ▼ Начертите контур, показанный на рисунке, и поставьте размеры.
- ▼ Присвойте эскизу имя *Эскиз:4\_паз Рычага*.

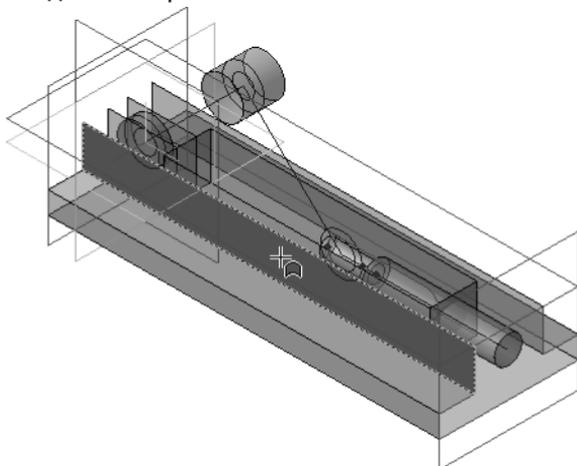


- ▼ Постройте *Поверхность выдавливания:7\_паз Рычага* до грани поверхности.

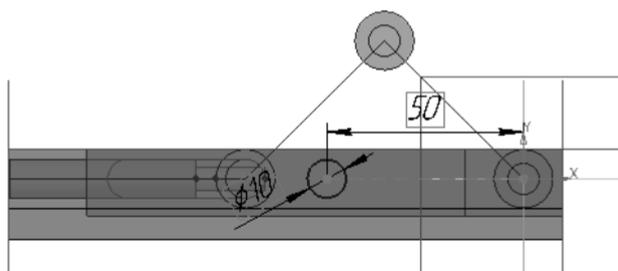


На грани детали нужно сделать паз для размещения *Оси шарнира* при перемещении подвижных частей в крайнее правое (закрытое) положение. Обозначим место и размеры паза окружностью.

- ▼ Создайте на грани новый эскиз.

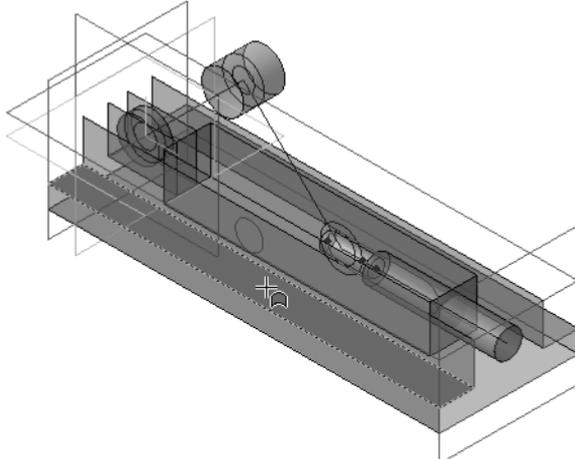


- ▼ Начертите окружность, выровняйте ее по горизонтали по точке начала координат эскиза, проставьте размеры.
- ▼ Присвойте эскизу имя *Эскиз:5\_паз для Оси шарнира*.

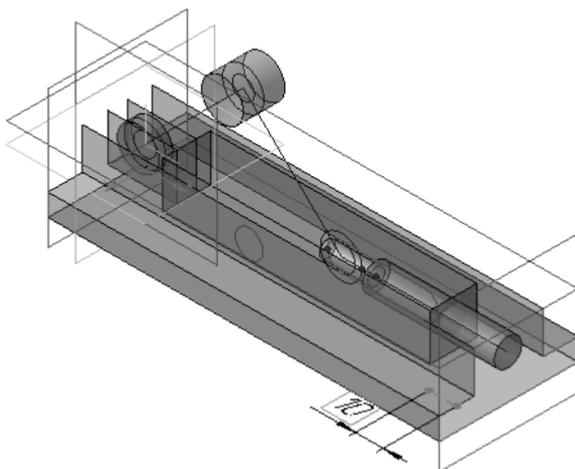


Наконец, нужно наметить место одного из четырех отверстий, с помощью которых *Фиксатор* будет крепиться на конструкции. Остальные отверстия можно будет построить на этапе проектирования детали с помощью зеркального копирования.

▼ Создайте на грани эскиз.



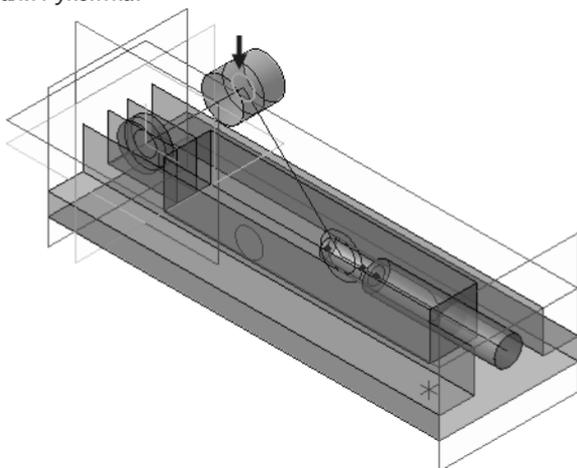
▼ Постройте в эскизе точку, выровняйте ее по горизонтали относительно средней точки ребра и проставьте размер.



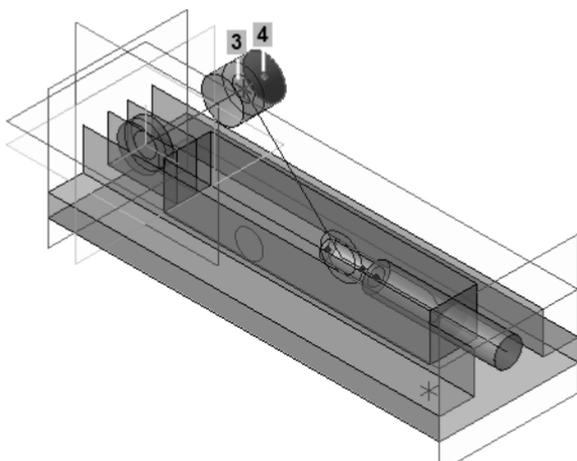
- ▼ Присвойте эскизу имя *Эскиз:6\_центр крепежного отверстия*.

### 10.1.8. Геометрия деталей *Ось шарнира* и *Рукоятка*

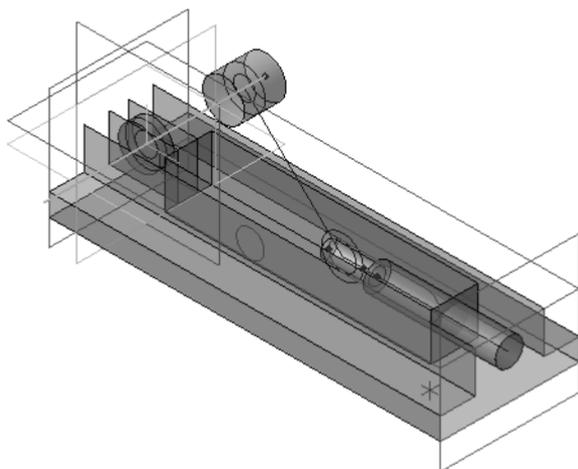
Диаметр детали *Ось шарнира* уже определен диаметром окружности. Остается задать ее длину и определить размеры детали *Рукоятка*.



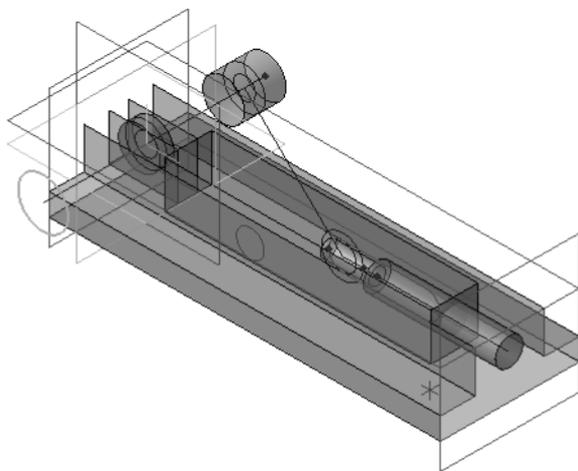
- ▼ Постройте точку 4 как проекцию вершины 3 на круглую грань. В качестве направляющего объекта укажите ось Z. Присвойте объекту имя *Точка:4\_Начало оси шарнира*.



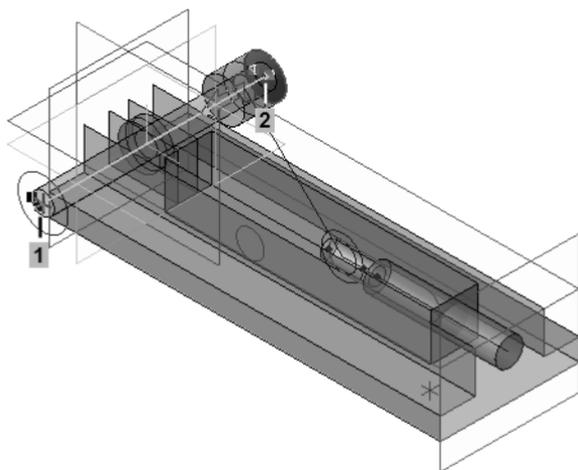
- ▼ Из точки *Точка:4\_Начало оси шарнира* постройте отрезок длиной *80 мм* под углом *180°*. Базовая плоскость отрезка — *Плоскость ZY*. Присвойте объекту имя *Отрезок:4\_Ось шарнира*.



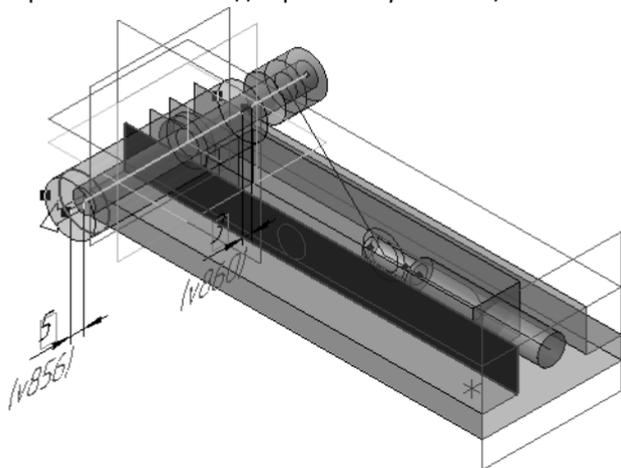
- ▼ На конечной точке отрезка постройте окружность *Дуга окружности:8\_Рукоятка* диаметром *18 мм*.



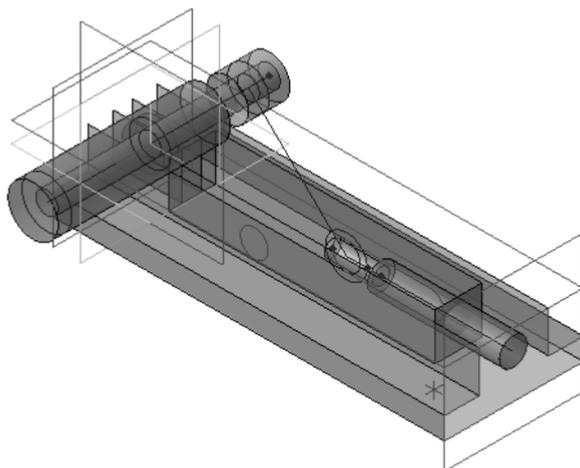
- ▼ На основе кривой *Дуга окружности:3\_Ось шарнира* постройте *Поверхность выдавливания:8\_Ось шарнира* в двух направлениях: в прямом направлении — до вершины 1, в обратном направлении — до вершины 2.



- ▼ На основе кривой *Дуга окружности:8\_Рукоятка* постройте *Поверхность выдавливания:9\_Рукоятка* в двух направлениях: в прямом направлении — на расстояние 5 мм, в обратном направлении — на расстоянии 3 мм до грани *Направляющей*.



На данном этапе Компонвочная геометрия должна выглядеть так, как показано на рисунке.

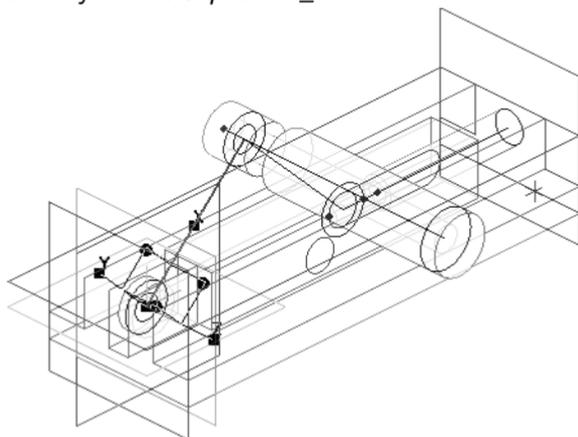


### 10.1.9. Создание локальных систем координат движущихся компонентов

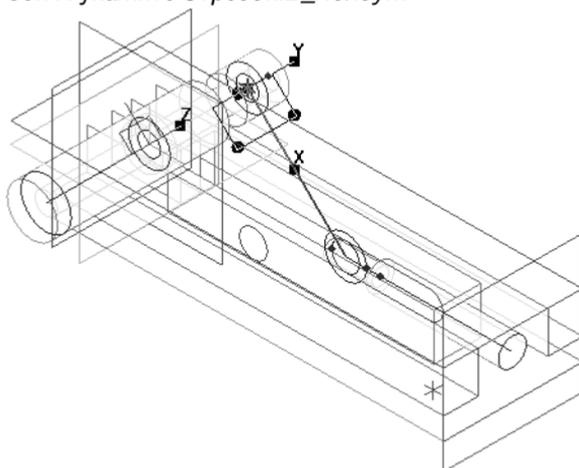
Изделие проектируется в крайнем левом (открытом) положении. При работе механизма детали *Рычаг* и *Ползун* меняют свое положение и ориентацию. Позднее на эти детали нужно создать рабочие чертежи. Ориентация видов на рабочих чертежах должна соответствовать требованиям стандартов и оставаться неизменной. Получается некоторое противоречие: в модели и на сборочном чертеже изделия детали должны изменять наклон, а на рабочих чертежах оставаться неподвижными. Это противоречие можно разрешить, если выполнять проектирование подвижных деталей в локальных системах координат. Тогда при работе механизма ЛСК будут перемещаться вместе с элементами Компонентной геометрии, а детали относительно своих систем координат будут оставаться неподвижными.



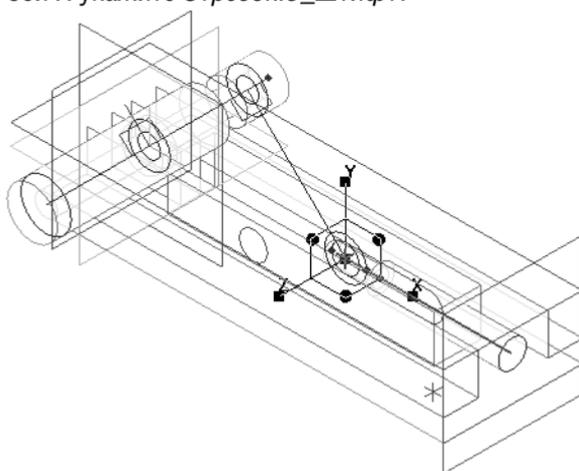
- ▼ Создайте *ЛСК:1\_Рычаг*. В качестве направления оси X укажите *Отрезок:1\_Рычаг*.



- ▼ Создайте *ЛСК:2\_Ползун*. В качестве направления оси X укажите *Отрезок:2\_Ползун*.

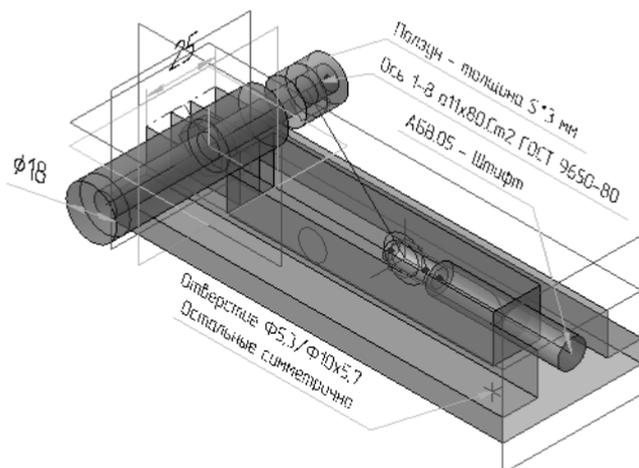


- ▼ Создайте *ЛСК:3\_Штифт*. В качестве направления оси X укажите *Отрезок:3\_Штифт*.



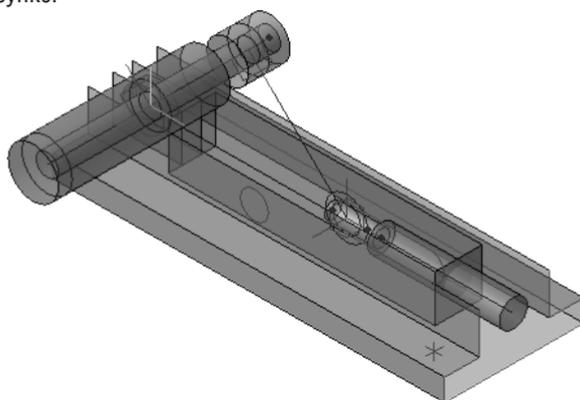
При необходимости в файл Компоночной геометрии можно добавлять размеры и сопроводительные надписи, предназначенные для исполнителей. Надписи могут содержать требования к узлу, параметры отдельных элементов, исходные данные для проектирования, значения конструктивных параметров, указания об использовании стандартных деталей и конструктивных элементов, указание об использовании заимствованных компонентов, покупных узлов и деталей и т.д.





### 10.1.10. Окончательная проверка Компоновочной геометрии

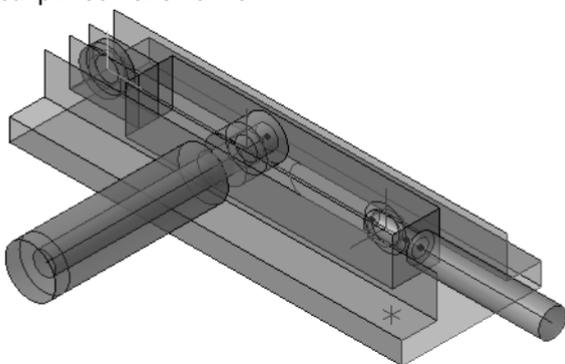
Перед следующими этапами проектирования — разделением изделия на составные части и созданием трехмерной геометрии компонентов нужно проверить Компоновочную геометрию. При изменении угла между *Рычагом* и *Ползуном* механизм должен работать. При изменении конструктивных параметров основных деталей должны правильно изменяться остальные, сохраняя неизменным замысел конструктора. Сейчас компоновочная геометрия выглядит так, как показано на рисунке.



- ▼ Присвойте переменной *Alpha* значение *0* (угол между деталями *Рычаг* и *Ползун*).

Имя	Выражение	Значение	Параметр	Комментарий
Alpha	0.0	0.0		Угол Рычаг-Ползун
R	7.50	7.50		Радиус Рычага и Ползуна
S	5.0	5.0		Толщина Рычага
(т)Начало координат Отрезок:1_Рычаг Отрезок:2_Ползун Отрезок:3_Штифт				

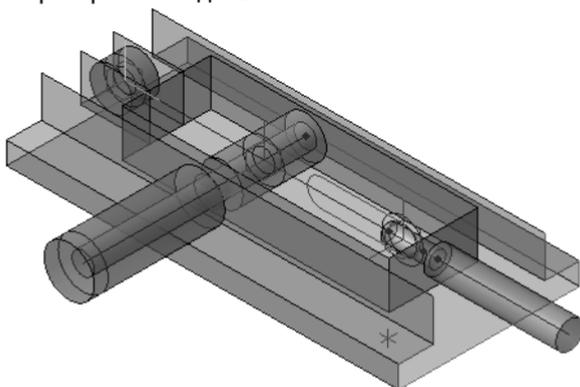
- ▼ Перестройте модель — механизм должен перейти в закрытое положение.



- ▼ Изменение значение переменной *S* — она определяет толщину деталей *Рычаг* и *Ползун*.

Имя	Выражение	Значение	Параметр	Комментарий
Alpha	0.0	0.0		Угол Рычаг-Ползун
R	7.50	7.50		Радиус Рычага и Ползуна
S	10.0	10.0		Толщина Рычага
(т)Начало координат Отрезок:1_Рычаг Отрезок:2_Ползун Отрезок:3_Штифт				

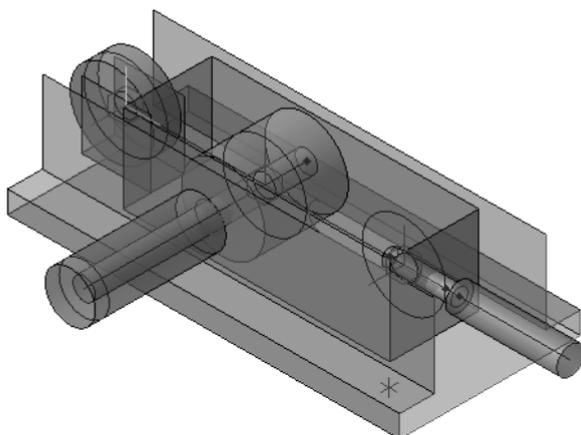
- ▼ Перестройте модель.



Изменение переменной  $R$  — радиуса Рычага и Ползуна.

Имя	Выражение	Значение	Параметр	Комментарий
Alpha	0.0	0.0		Угол Рычаг-Ползун
R	15.0	15.0		Радиус Рычага и Ползуна
S	10.0	10.0		Толщина Рычага
(r)Начало координат Отрезок1_Рычаг Отрезок2_Ползун Отрезок3_Штифт				

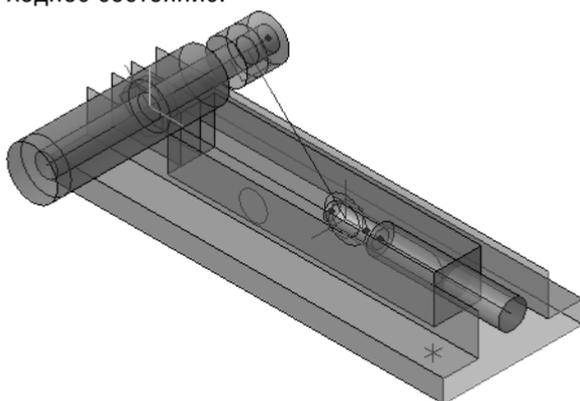
▼ Перестройте модель.



▼ Верните всем переменным их первоначальные значения.

Имя	Выражение	Значение	Параметр	Комментарий
Alpha	45.0	45.0		Угол Рычаг-Ползун
R	7.50	7.50		Радиус Рычага и Ползуна
S	5.0	5.0		Толщина Рычага
(r)Начало координат Отрезок1_Рычаг Отрезок2_Ползун Отрезок3_Штифт				

- ▼ Перестройте модель — она должна вернуться в исходное состояние.

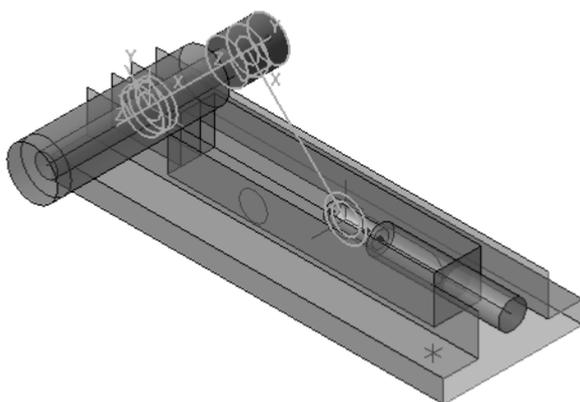


## 10.2. Определение структуры изделия и методов проектирования компонентов

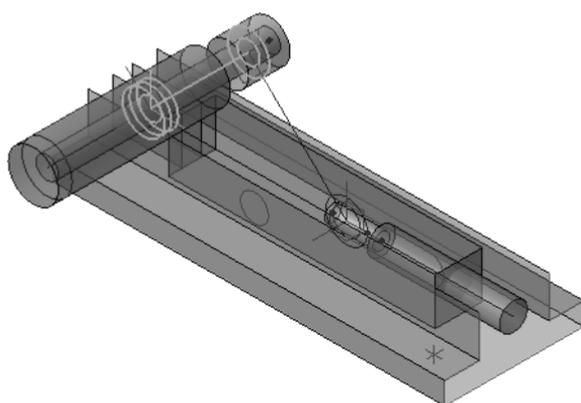
Эту работу выполняет Ведущий конструктор.

В настоящее время создана общая Компоновочная геометрия *Фиксатора*. На данном этапе можно принять решения о составе изделия: оно состоит из одной сборочной единицы и пяти деталей, две из которых стандартные. Методику проектирования всех основных узлов определяет Ведущий конструктор. На своем уровне компетенции исполнители могут принимать самостоятельные решения.

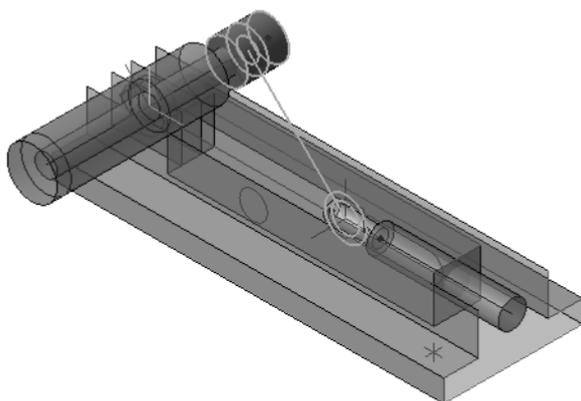
Сборочная единица *Шарнир* служит для управления движением *Штифта*. Сборка состоит из трех деталей: *Рычаг*, *Ползун* и *Ось шарнира*. Методика проектирования — **Сверху вниз на основе компоновочной геометрии**.



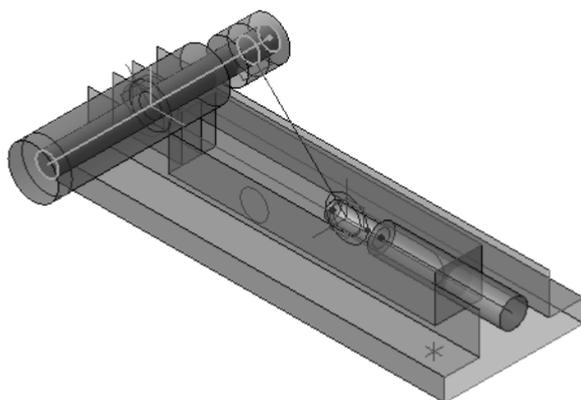
Деталь *Рычаг* — первый сегмент *Шарнира*. Методика проектирования — **Сверху вниз на основе компоновочной геометрии**.



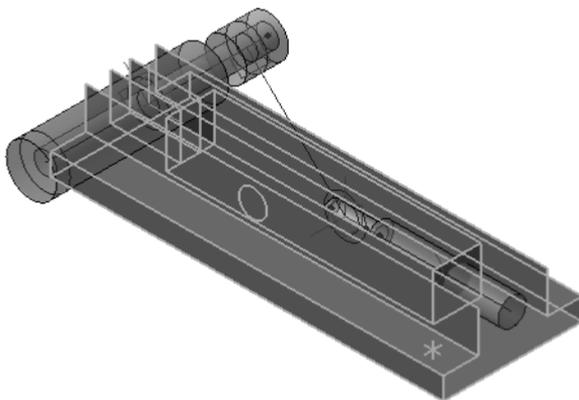
Деталь *Ползун* — второй сегмент *Шарнира*. Методика проектирования — **Сверху вниз на основе компоновочной геометрии**.



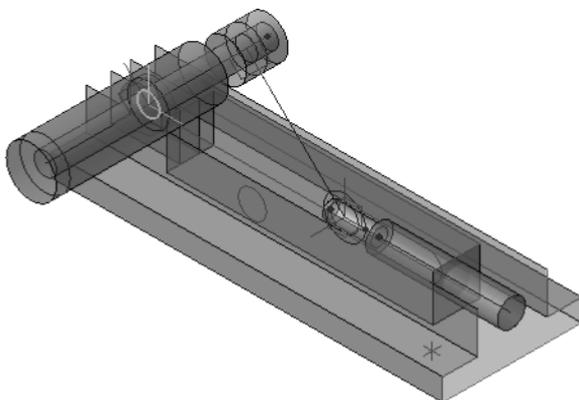
Деталь *Ось шарнира* — соединяет *Рычаг* с *Ползуном* и служит для приложения усилия. Уже сейчас можно попробовать подобрать стандартную ось: известны ее диаметр *8 мм* и длина *80 мм*. В Библиотеке Стандартные Изделия есть ось с нужными размерами — *Ось 1-8 а11х80.Ст2 ГОСТ 9650-80*, поэтому проектировать деталь нет необходимости.



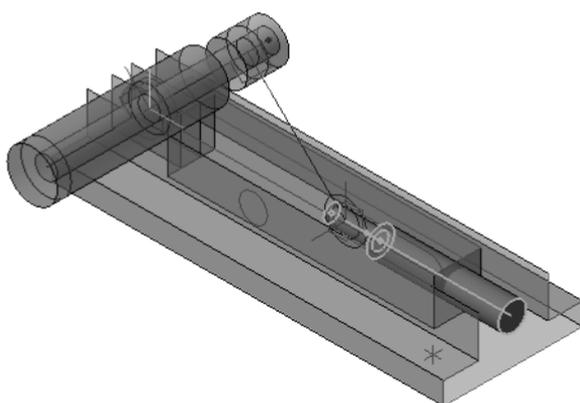
Все остальные детали принадлежат самому изделию. Деталь *Направляющая* — служит для монтажа всех прочих компонентов. Методика проектирования — **Сверху вниз на основе компановочной геометрии**.



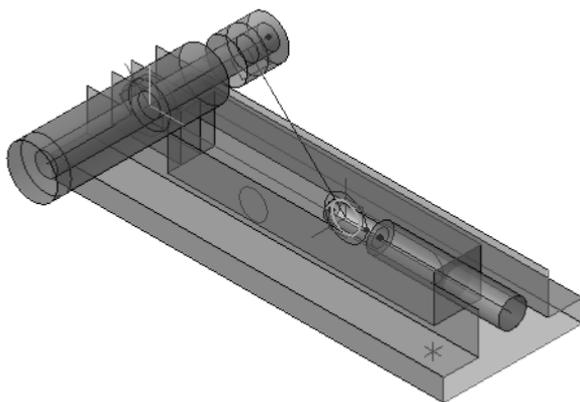
Деталь *Ось рычага* — служит для вращения детали *Рычаг*. Ее диаметр 8 мм и длина 25 мм. В Библиотеке Стандартные Изделия есть ось с такими размерами *Ось 1-8 а11х25.Ст2 ГОСТ 9650-80*, поэтому проектировать деталь также не нужно.



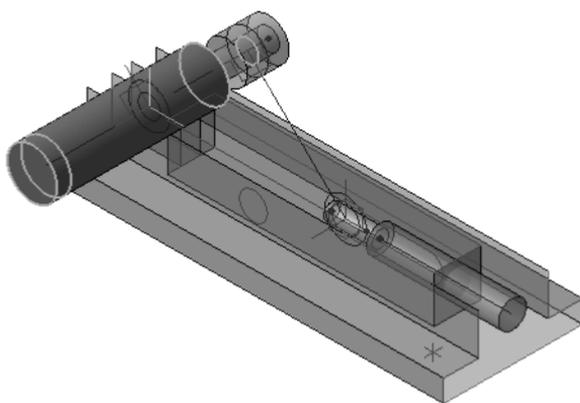
Деталь *Штифт* выполняет функцию фиксации — заход в полость ответной части/ выход из полости ответной части. Методика проектирования — **Сверху вниз на основе компановочной геометрии**.



Деталь *Ось штифта* — служит для крепления *Штифта* к *Ползуну*. Это оригинальная деталь, так как в ней нужно сделать резьбовое отверстие для завинчивания *Штифта*. Методика проектирования — **Сверху вниз в контексте сборки**.



Деталь *Рукоятка* размещается на *Оси шарнира* и служит для ее удобного охвата. Методика проектирования — **Снизу вверх с размещением компонентов**.



## 10.3. Разделение изделия на составные части. Создание коллекций

**Эту работу выполняет Ведущий конструктор.**

Процесс разделения изделия на составные части заключается в копировании из общей Компоновочной геометрии изделия геометрии отдельных узлов и сохранении копий в файле Компоновочной геометрии в виде коллекций. Это в первую очередь относится к сложным деталям и сборкам. Как правило, каждая коллекция соответствует определенному узлу или сложной детали. Кроме того, коллекции можно создавать не по составу, а по исполнителям. Например, конструктор может проектировать несколько деталей, не входящих в определенный узел, на основе специально созданной коллекции. Окончательная структура изделия может быть определена в финальной сборке. Для простых компонентов коллекции можно не создавать, а копировать эскизную геометрию непосредственно из общей Компоновочной геометрии изделия.

На данном этапе можно назначить исполнителей по компонентам. Если конструкторское бюро распределено территориально, коллекцию можно сохранить в виде отдельного файла и передать исполнителю через интернет. Таким образом методика поддерживает режим удаленной работы.

При проектировании сборок следует стремиться к тому, чтобы свести к минимуму использование сопряжений, так как они усложняют сборку и на их назначение может потребоваться много времени. С этой целью проектирование компонентов следует выполнять в системе координат сборки. При этом они изначально будут создаваться на нужном месте. Еще одним способом достижения этой цели является проектирование в локальных системах координатах. В этом случае для точного позиционирования каждого компонента потребуется всего одно сопряжение. В этом проекте используются оба способа.

### Создание коллекции Направляющая

**Эту деталь будет проектировать Конструктор А.**

▼ Нажмите кнопку **Коллекция** на инструментальной панели **Редактирование детали**.



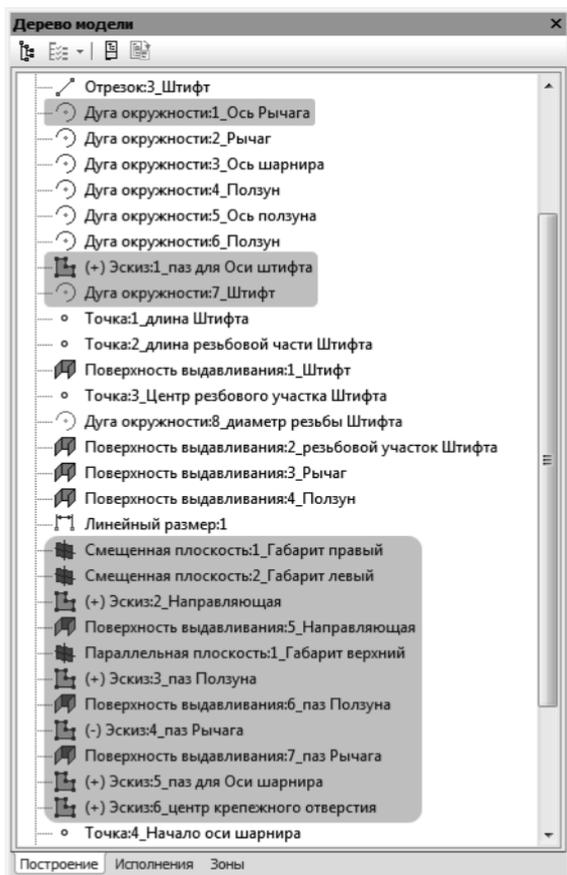
▼ Укажите все объекты, которые могут потребоваться при создании детали *Направляющая*. Объекты можно указывать как в окне модели, так и в Дереве модели. Укажите плоскости *Смещенная плоскость:1\_Габарит правый* и *Смещенная плоскость:2\_Габарит левый*. В окне модели они будут выделены цветом, а в окне **Объекты коллекции** появится список скопированных объектов.



- ▼ Укажите в Дереве модели *Эскиз:1\_паз для Оси штифта*. Обратите внимание, что при указании эскизов в Дереве модели их содержимое копируется в коллекцию целиком.

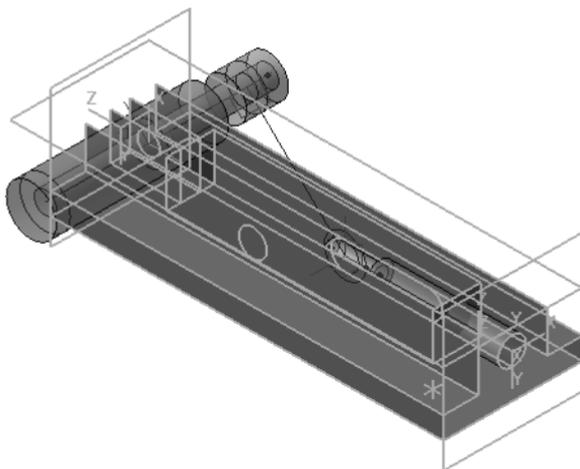
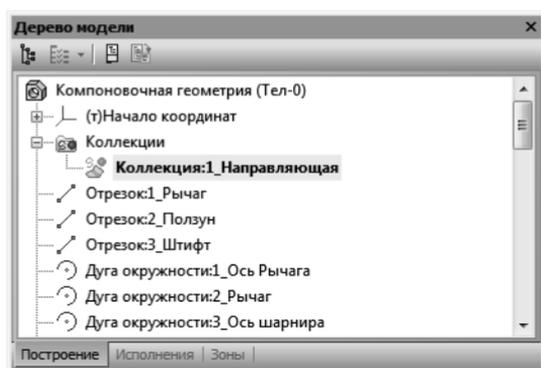


- ▼ Укажите прочие объекты, выделенные на рисунке цветом, и нажмите кнопку **Создать объект** — создание коллекции закончено.



- ▼ В Дереве модели присвойте коллекции имя *Коллекция:1\_Направляющая*.

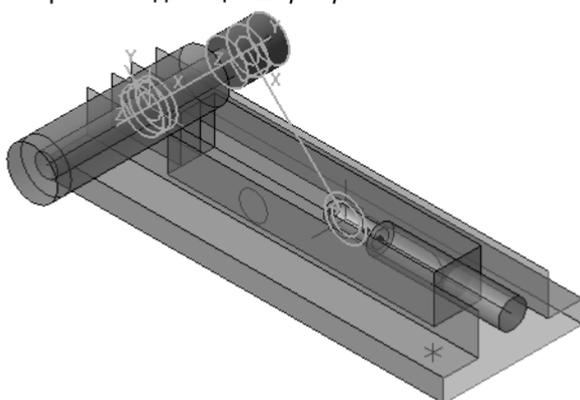
В окне модели коллекция должна выглядеть так, как показано на рисунке.

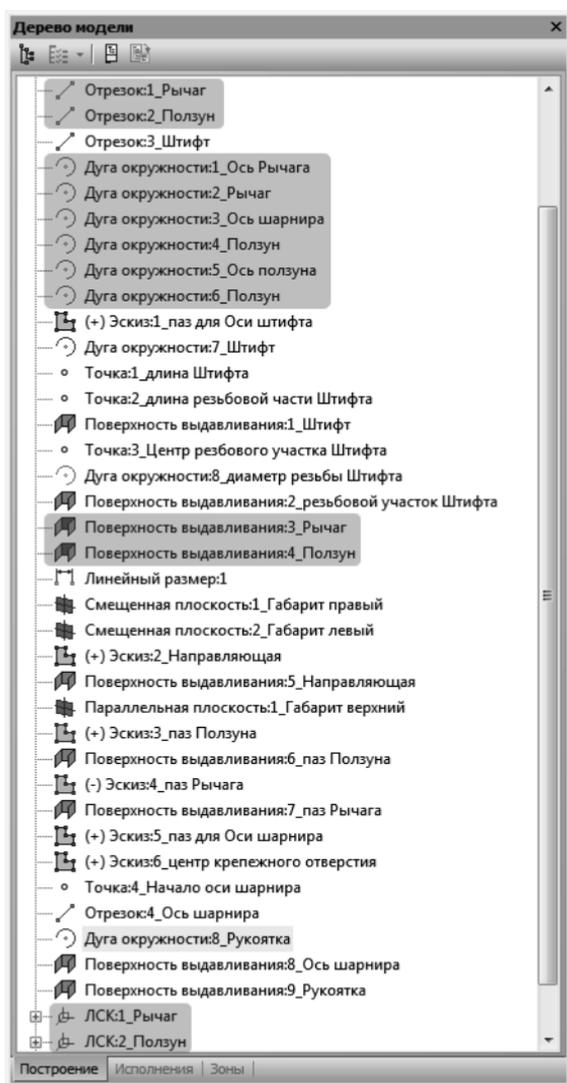


### Создание коллекции Шарнир

Эту деталь будет проектировать Конструктор Б.

- ▼ Нажмите кнопку **Коллекция**.
- ▼ В Дереве модели или в ее окне укажите все объекты, которые могут потребоваться при создании сборочной единицы *Шарнир*.





- ▼ В Дереве модели присвойте коллекции имя *Коллекция:2\_Шарнир*.



Если при создании коллекции были допущены ошибки (были скопированы не все нужные объекты или добавлены лишние), то коллекцию можно исправить. Для этого нужно указать коллекцию в Дереве модели и нажать кнопку **Редактировать объект** на Контекстной панели — это можно сделать на любом этапе проектирования. Таким же образом коллекции можно постепенно наполнять объектами в процессе проектирования.

Остальные детали слишком просты и коллекции для них не создаются. Эти детали будет проектировать Конструктор В.



## 10.4. Проектирование компонентов

По мере создания Компоновочной геометрии изделия и выделения из нее коллекций исполнители могут приступать к проектированию компонентов. Коллекция может быть передана исполнителю еще до ее завершения и уточняться непосредственно в ходе проектирования. Это позволит конструкторам приступить к работе как можно раньше.

Проектирование изделия выполняется параллельно. Каждый конструктор работает со своим набором исходных данных — коллекцией. Все коллекции в свою очередь имеют единый источник данных — общую компоновочную геометрию проекта. Если для исполнителя коллекция не создана, он может брать исходные данные непосредственно из Компоновочной геометрии изделия. Это позволяет исполнителям, работая независимо друг от друга, создавать связанные между собой модели компонентов.

Исключительным владельцем Компоновочной геометрии и коллекций является Ведущий конструктор — только он может выполнять их корректировку. Для предотвращения несанкционированного изменения данных файл КГ может быть защищен паролем или ему может быть назначен атрибут **Только чтение**.



### 10.4.1. Проектирование детали Направляющая

Эту работу выполняет Конструктор А.

#### Создание файла детали

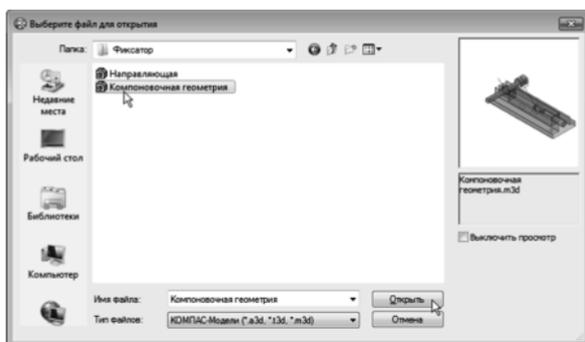
- ▼ Создайте файл новой детали.
- ▼ Установите ориентацию **Изометрия XYZ**.
- ▼ Войдите в режим определения свойств детали, введите ее обозначение *АВВ.01* и наименование *Направляющая*.
- ▼ Сохраните деталь в папке *Фиксатор* под именем *Направляющая*.

## Копирование Компановочной геометрии

Ведущий конструктор подготовил для исполнителя соответствующую коллекцию. Коллекция хранится в файле Компановочной геометрии проекта. Конструктор начинает свою работу с копирования коллекции в файл проектируемой детали.



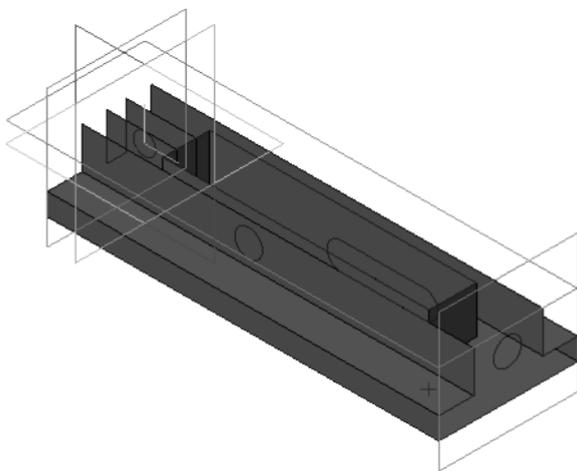
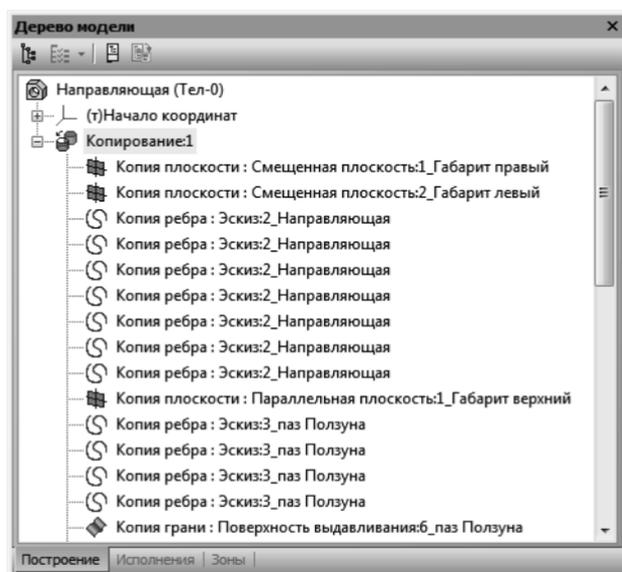
- ▼ Нажмите кнопку **Копировать объекты** на инструментальной панели **Редактирование детали**.
- ▼ Нажмите кнопку **Из файла** на Панели свойств.
- ▼ Укажите файл *Компановочная геометрия* и нажмите кнопку **Открыть**.



- ▼ Нажмите кнопку **Коллекция** на Панели свойств.
- ▼ Откройте список **Коллекции геометрии** и укажите *Коллекция:1\_Направляющая*.



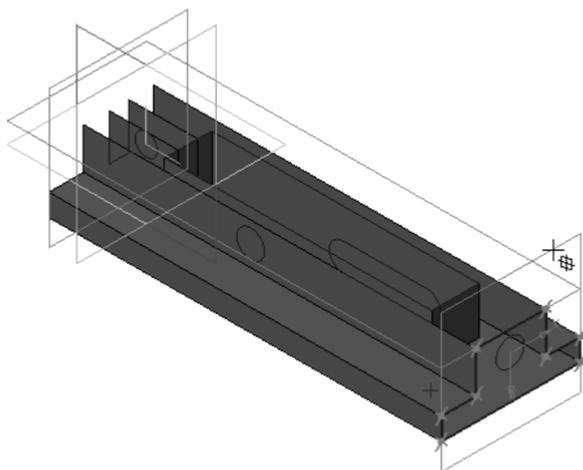
- ▼ Нажмите кнопку **Создать объект** на Панели специального управления — коллекция будет скопирована в документ.



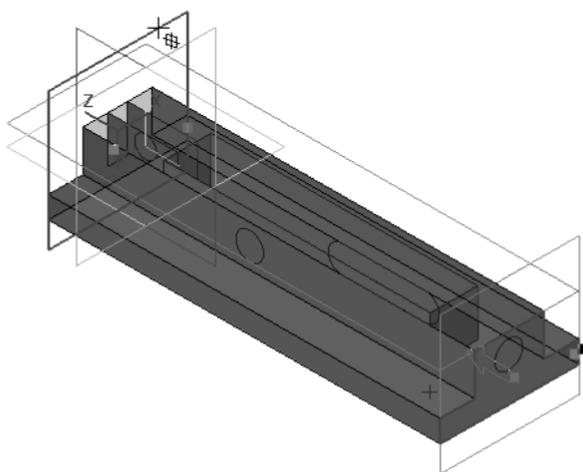
## Проектирование детали

Далее работа заключается в обычном создании эскизов, проектировании в них объектов Компоновочной геометрии и выполнении операций. При определении параметров операций нужно использовать элементы компоновки. При необходимости можно выполнять любые дополнительные построения, находящиеся в компетенции исполнителя детали.

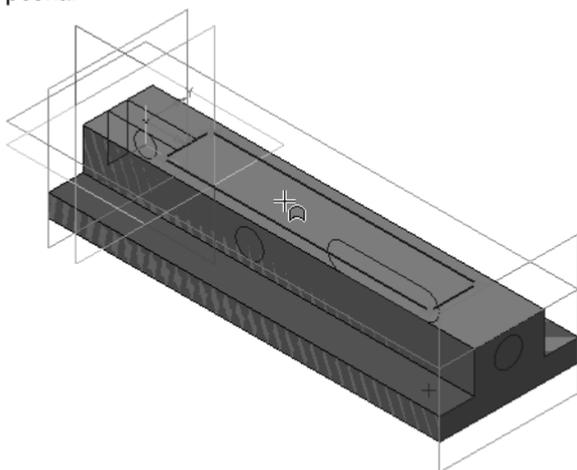
- ▼ Создайте на плоскости эскиз. Спроецируйте в эскиз ребра и вручную замкните контур.



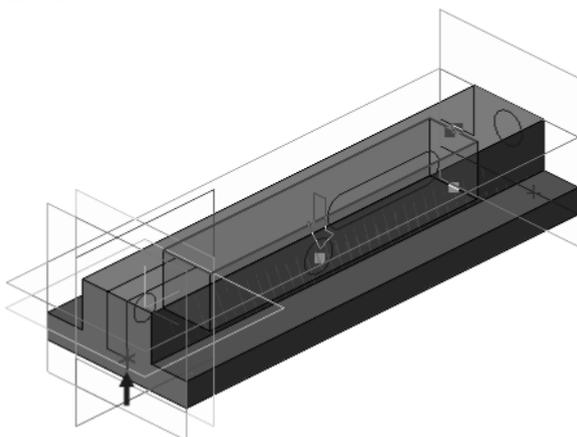
- ▼ Выдавите эскиз в прямом направлении до плоскости левого габарита.



- ▼ Создайте на грани эскиз и спроецируйте четыре отрезка.



- ▼ Вырежьте эскиз в прямом направлении до вершины.

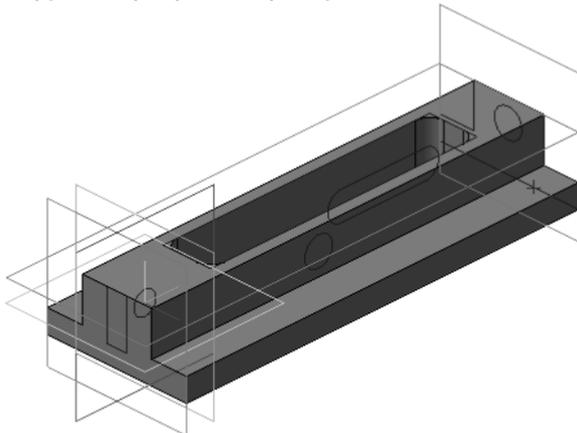


- ▼ Отключите отображение поверхностей — для дальнейших построений они не понадобятся.

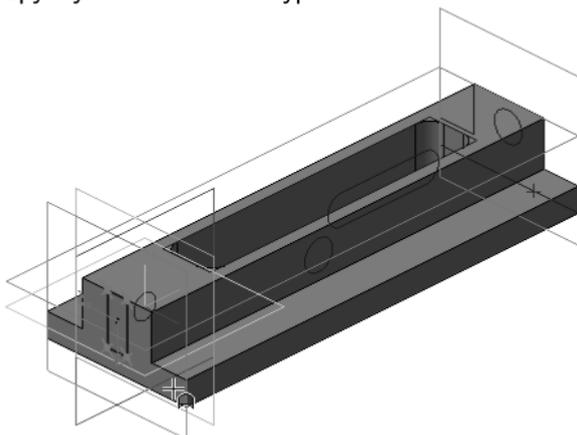
Следует заметить, что в копировании поверхностей не было особой необходимости, так как они не участвуют в построениях. Скорее они были нужны для понимания конструкции детали исполнителем.



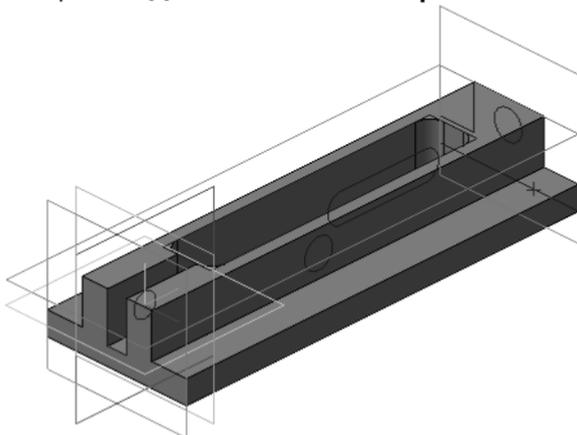
- ▼ Скруглите ребра паза радиусом 5 мм.



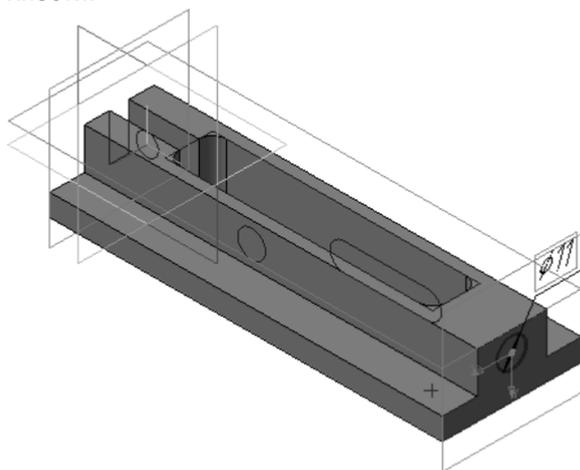
- ▼ Создайте на грани эскиз, спроецируйте ребра и вручную замкните контур.



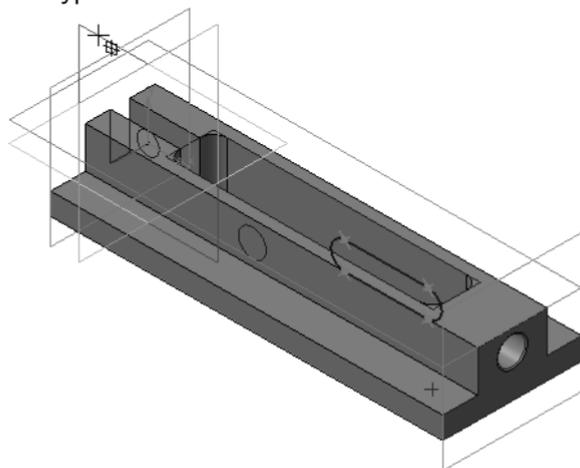
- ▼ Вырежьте эскиз в прямом направлении способом построения **До ближайшей поверхности**.



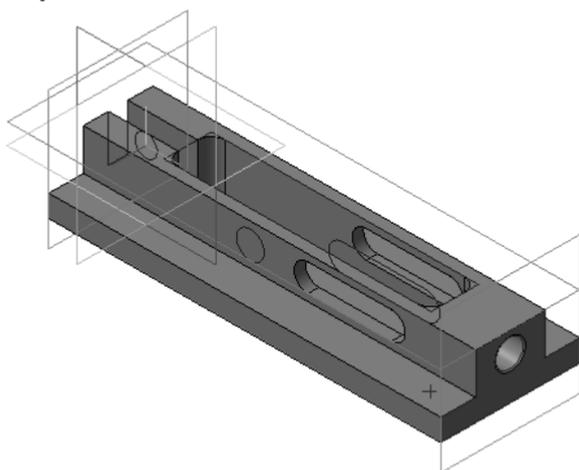
- ▼ Создайте эскиз на грани, постройте окружность с размером и вырежьте эскиз до ближайшей поверхности.



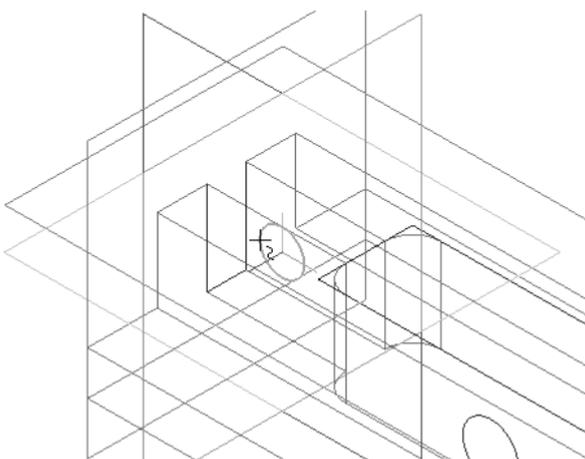
- ▼ Создайте эскиз на плоскости и спроецируйте в него контур.



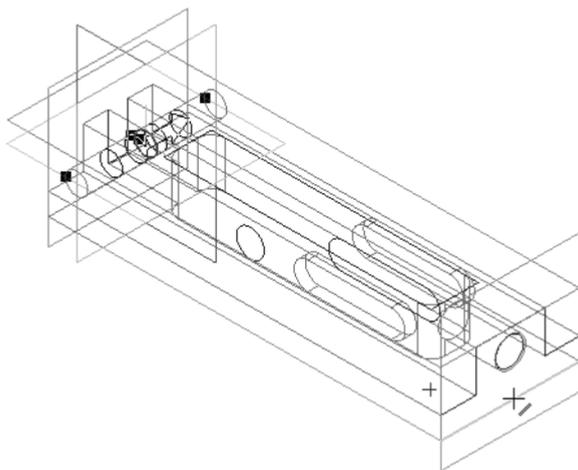
- ▼ Вырежьте контур в двух направлениях способом **Через все**.



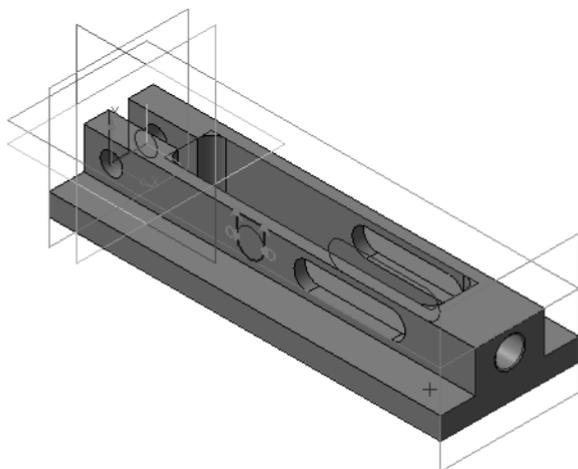
- ▼ Укажите окружность.



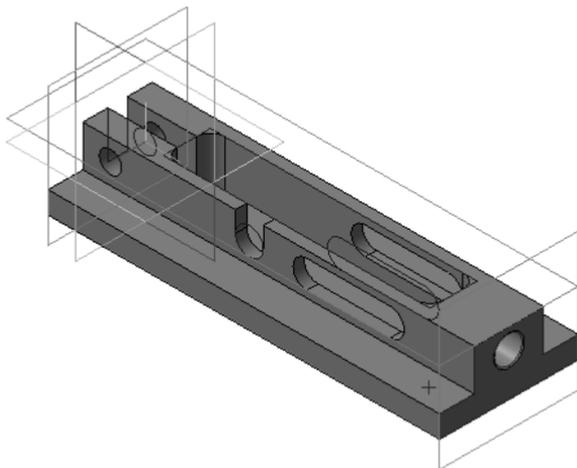
- ▼ Вырежьте контур в двух направлениях способом **Через все**. В качестве направляющего объекта укажите ребро.



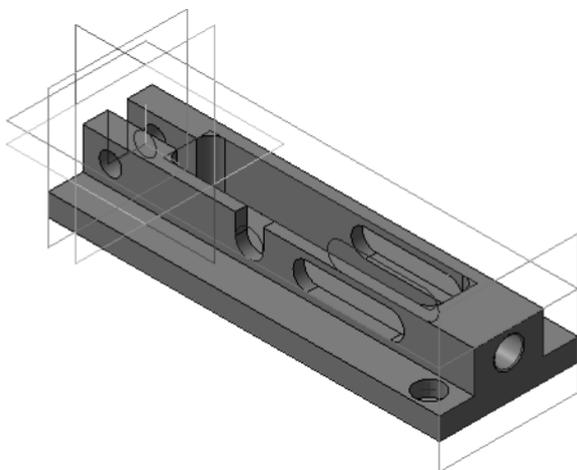
- ▼ Создайте на грани эскиз. Спроецируйте окружность и постройте контур. Удалите лишний участок окружности.



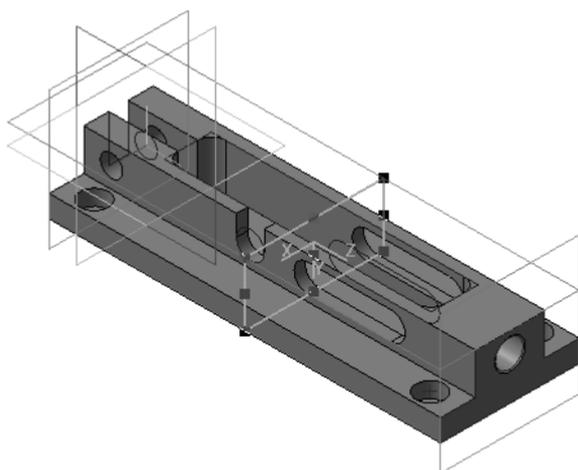
- ▼ Вырежьте эскиз в прямом направлении способом **До ближайшей поверхности**.



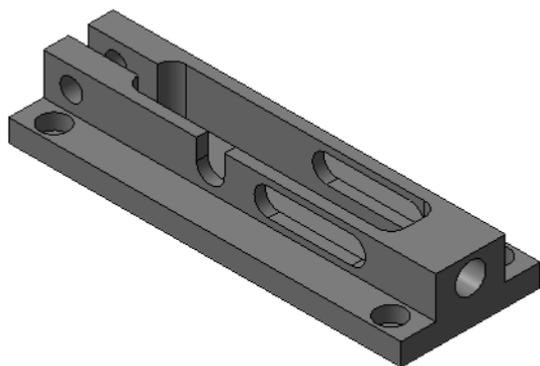
- ▼ С помощью приложения Библиотека Стандартные Изделия постройте сквозное цилиндрическое отверстие под винт М5 с шестигранным углублением под ключ. В качестве центра отверстия используйте точку Компонвочной геометрии.



- ▼ Постройте среднюю плоскость и симметричные отверстия.



- ▼ Отключите отображение всех вспомогательных элементов, сохраните деталь и закройте ее окно.



### 10.4.2. Проектирование сборочной единицы Шарнир

Эту работу выполняет конструктор Б.

Одновременно с Конструктором А к работе приступает Конструктор Б, которому поручено спроектировать сборочную единицу *Шарнир*.

#### Создание файла сборки

- ▼ Создайте файл сборки.
- ▼ Установите ориентацию **Изометрия XYZ**.
- ▼ Войдите в режим определения свойств детали, введите ее обозначение *АВВ.02* и наименование *Шарнир*.
- ▼ Сохраните сборку в папке *Фиксатор* под именем *Шарнир*.

## Копирование Компоновочной геометрии

Для сборочной единицы *Шарнир* Ведущий конструктор также подготовил коллекцию. Ее нужно скопировать в файл проектируемой сборки.



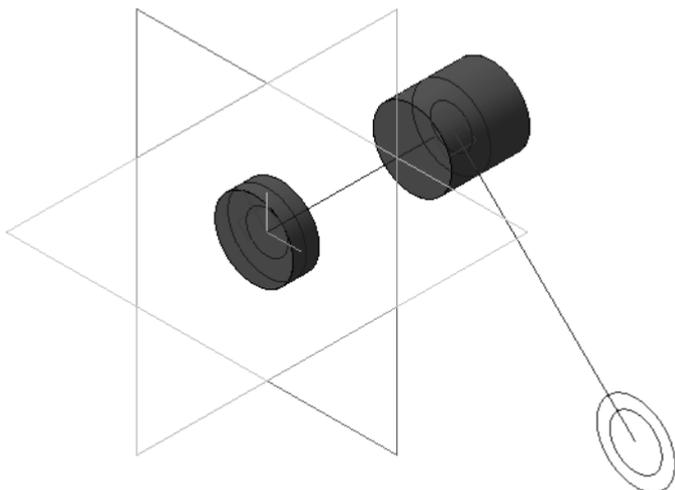
- ▼ Нажмите кнопку **Копировать объекты** на инструментальной панели **Редактирование детали**.
- ▼ Нажмите кнопку **Из файла** на Панели свойств.
- ▼ Укажите файл *Компоновочная геометрия* и нажмите кнопку **Открыть**.



- ▼ Нажмите кнопку **Коллекция** на Панели свойств.
- ▼ Откройте список **Коллекции геометрии** и укажите *Коллекция:2\_Шарнир*.

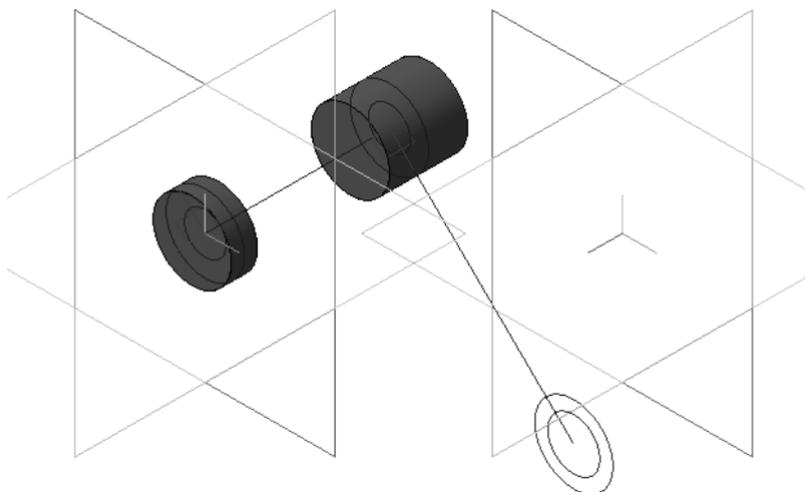


- ▼ Нажмите кнопку **Создать объект** на Панели специального управления — коллекция будет скопирована в документ.

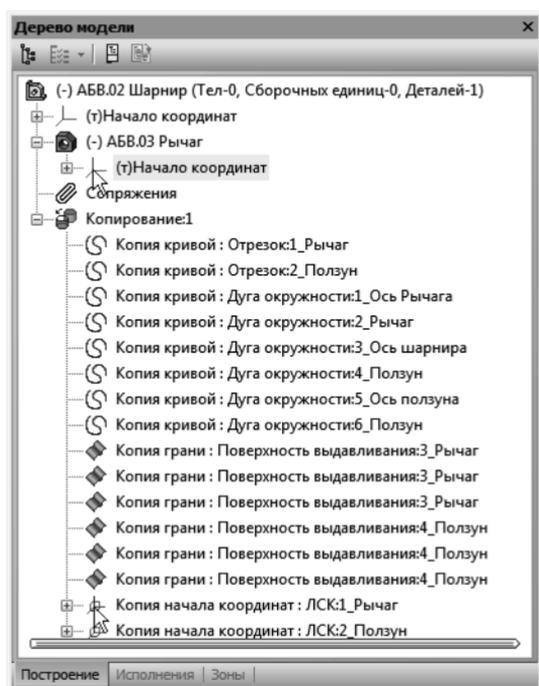


## Создание и размещение в сборке файлов деталей

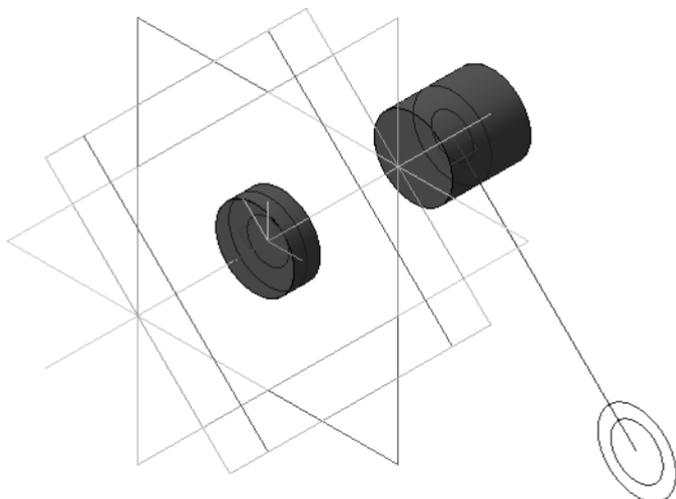
- ▼ Вне сборки создайте новую деталь, задайте ее наименование *Рычаг*, обозначение *АБВ.03* и сохраните в папке *Фиксатор*.
- ▼ Добавьте деталь *Рычаг* в сборку *Шарнир*, указав ее произвольное положение.



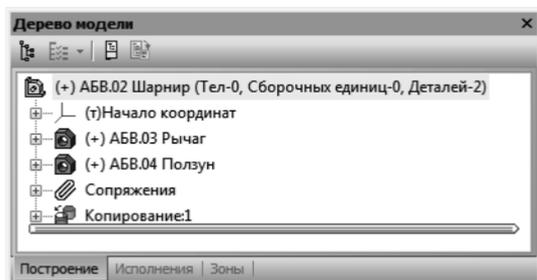
- ▼ Отключите фиксацию детали *Рычаг*.
- ▼ С помощью сопряжения **Совпадение объектов** совместите начало координат детали *Рычаг* с *Копией начала координат: ЛСК:1\_Рычаг* из Компонвочной геометрии.



Положение детали *Рычаг* будет полностью определено — ее начало координат развернется по *ЛСК:1\_Рычаг*.

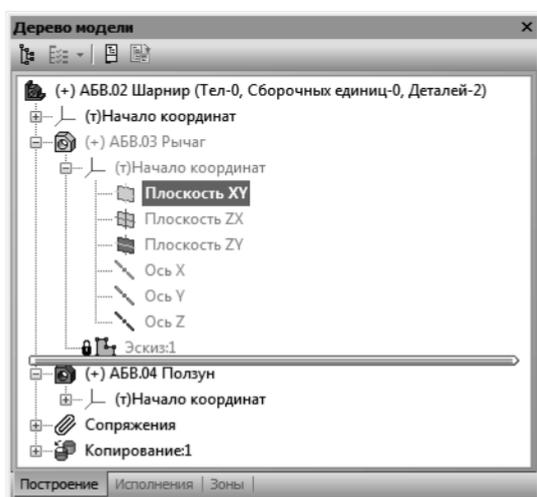


- ▼ Точно таким же образом создайте и добавьте в сборку деталь *Ползун АБВ.04*. При задании сопряжения **Совпадение объектов** используйте начало координат детали и *Копию начала координат: ЛСК:2\_Ползун*.

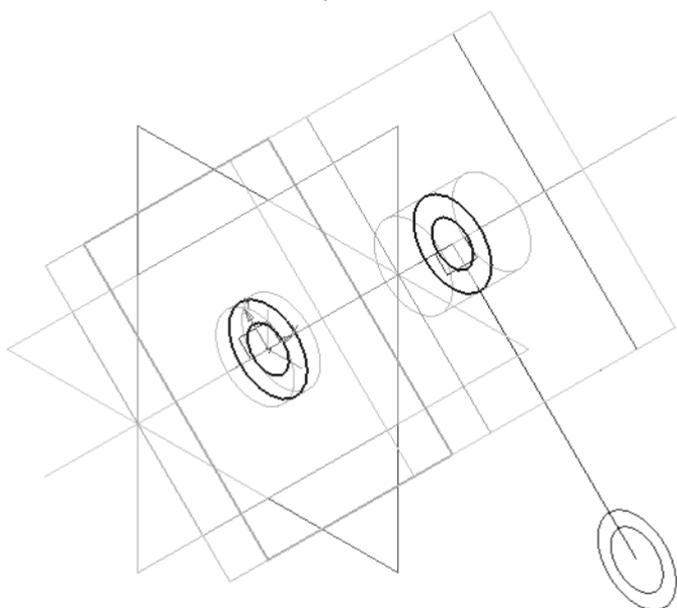


## Проектирование детали Рычаг

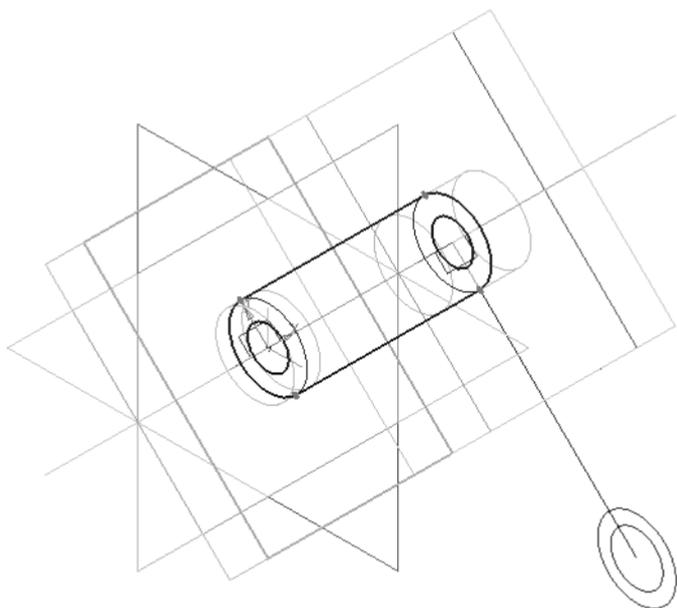
- ▼ Войдите в режим редактирования «на месте» детали *Рычаг*.
- ▼ На плоскости XY создайте новый эскиз.



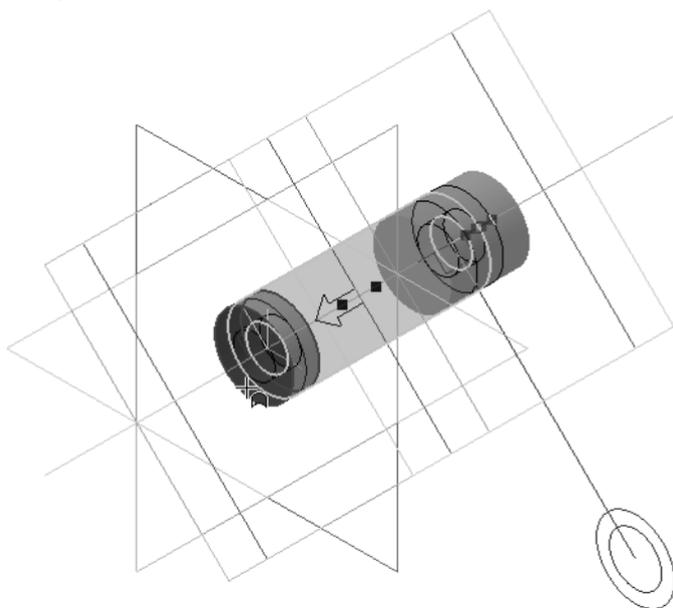
- ▼ Спроецируйте в эскиз четыре окружности из Компонентной геометрии.



- ▼ Постройте касательные отрезки и удалите лишние участки окружностей.
- ▼ Добавьте параметрическую связь **Касание** для отрезков и дуг.

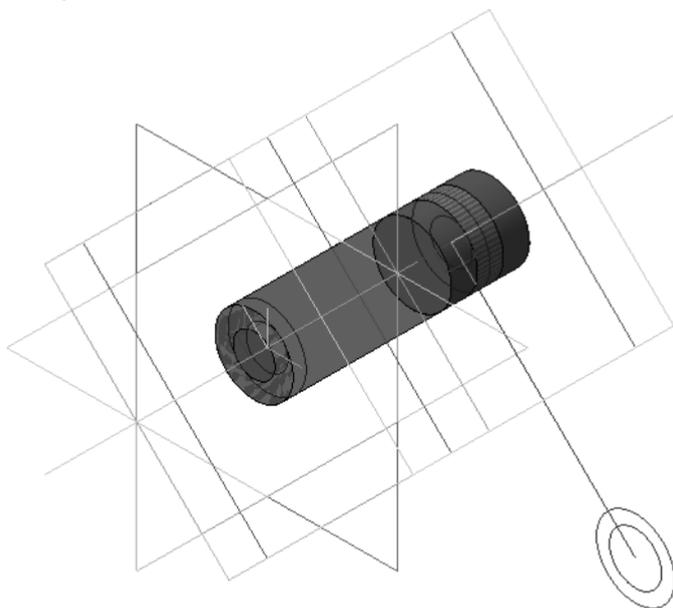


- ▼ Выдавите эскиз в двух направлениях, указав для прямого и обратного направлений переднюю и обратную грани поверхности Компонвочной геометрии.



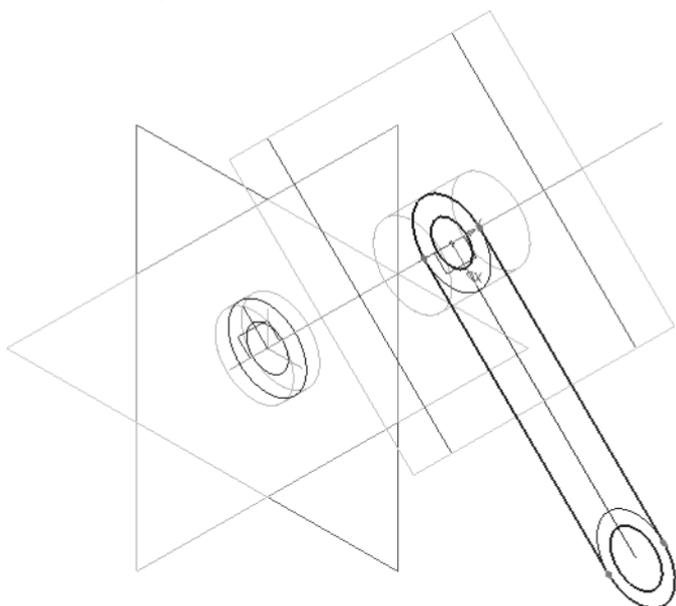
- ▼ Завершите сеанс редактирования «на месте».

Проектирование детали *Рычаг* закончено.

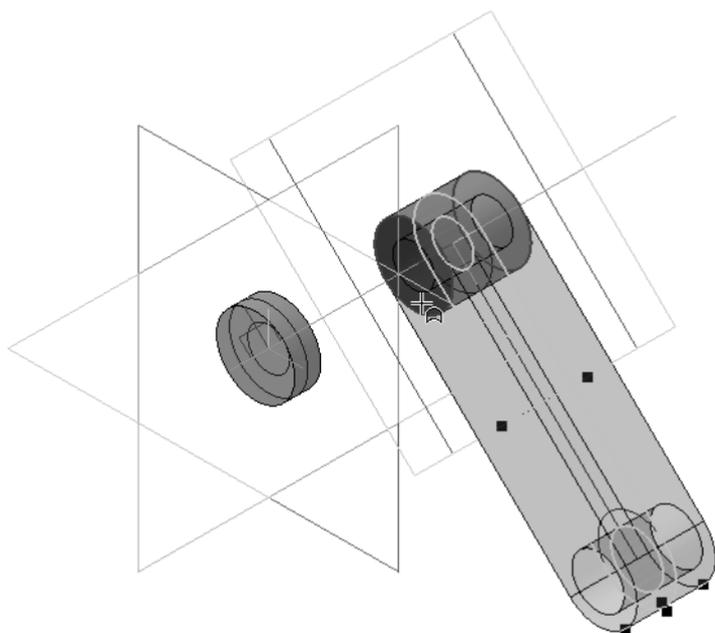


### Проектирование детали Ползун

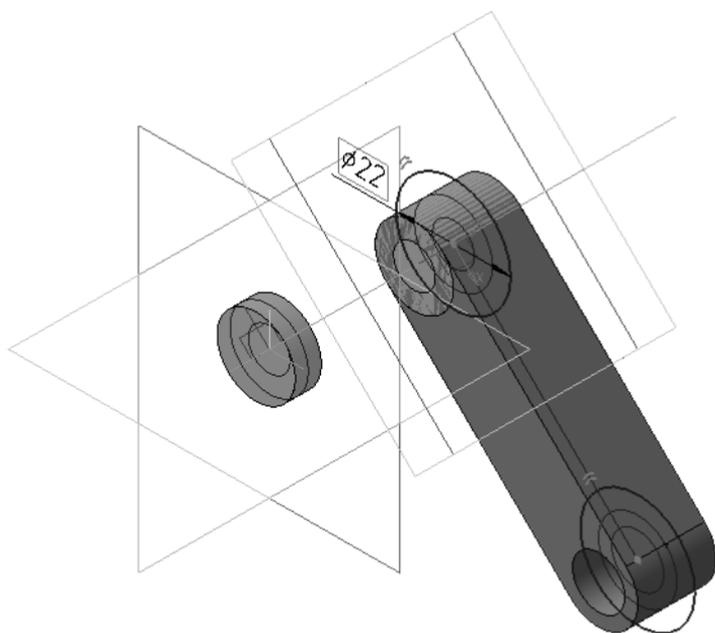
- ▼ Чтобы деталь *Рычаг* не мешала построениям, временно отключите ее отображение.
- ▼ Войдите в режим редактирования «на месте» детали *Ползун*.
- ▼ На плоскости XY создайте эскиз, аналогичный эскизу *Рычага*.



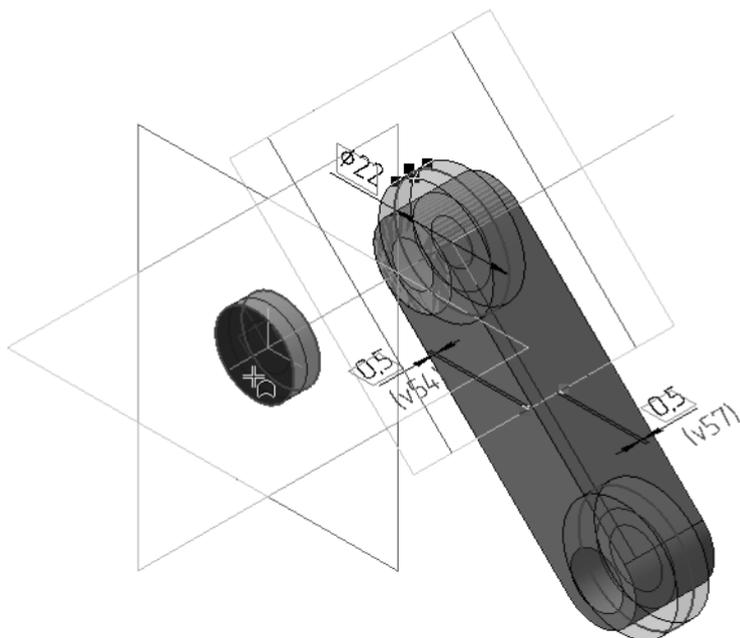
- ▼ Выдавите эскиз в двух направлениях способом **До поверхности**, указав для прямого и обратного направлений переднюю и обратную грани поверхности Компонировочной геометрии.



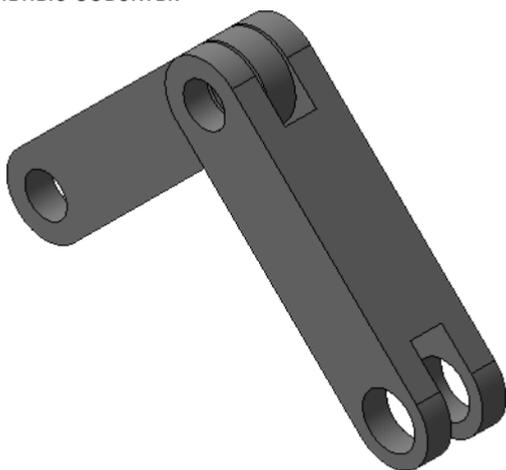
- ▼ На плоскости XY системы координат детали *Ползун* создайте эскиз.
- ▼ Постройте две окружности. Задайте для них параметрическую связь **Равенство радиусов** и проставьте размер.



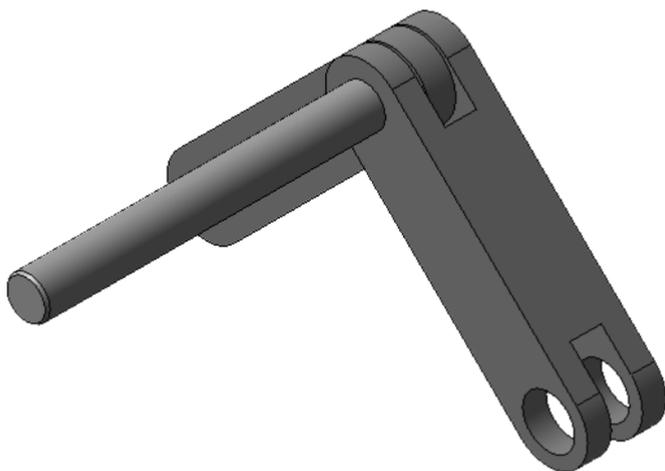
- ▼ Вырежьте эскиз в двух направлениях способом **До поверхности** на расстояние *0,5 мм* **За объект**, указав для прямого и обратного направлений переднюю и обратную грани поверхности Компоночной геометрии.



- ▼ Завершите сеанс редактирования детали. Включите отображение детали *Рычаг*. Скройте все вспомогательные объекты.



- ▼ Из приложения Библиотека Стандартные Изделия добавьте в сборку *Ось 1-8 а11х80.Ст2 ГОСТ 9650-80*.



- ▼ Сохраните сборку и закройте ее окно.

### 10.4.3. Проектирование детали Штифт

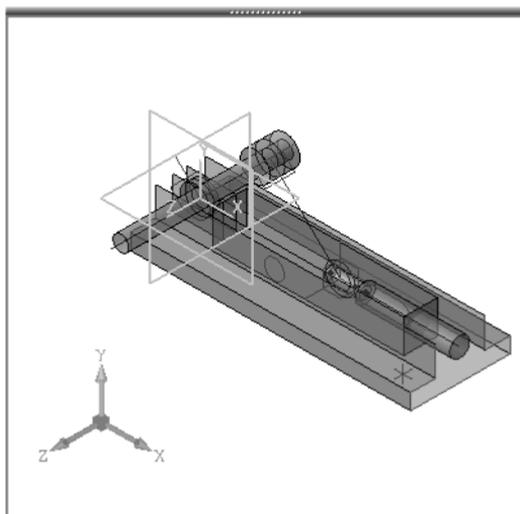
Эту работу выполняет конструктор В.

Деталь *Штифт* слишком проста. По этой причине для нее не была создана отдельная коллекция. Компоновочную геометрию, необходимую для ее проектирования, можно скопировать непосредственно из общей Компоновочной геометрии изделия.

- ▼ Создайте файл новой детали.
- ▼ Установите ориентацию **Изометрия XYZ**.
- ▼ Войдите в режим определения свойств детали, введите ее обозначение *АВВ.05* и наименование *Штифт*.
- ▼ Сохраните деталь в папке *Фиксатор* по имени *Штифт*.
- ▼ Нажмите кнопку **Копировать объекты** на инструментальной панели **Редактирование детали**.
- ▼ Нажмите кнопку **Из файла** на Панели свойств.
- ▼ Укажите файл *Компоновочная геометрия* и нажмите кнопку **Открыть**.

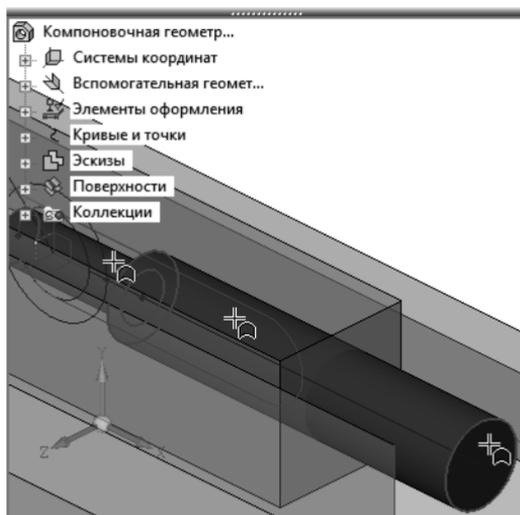


На экране откроется дополнительное графическое окно с Компоночной геометрией, из которого можно копировать элементы в текущий документ.

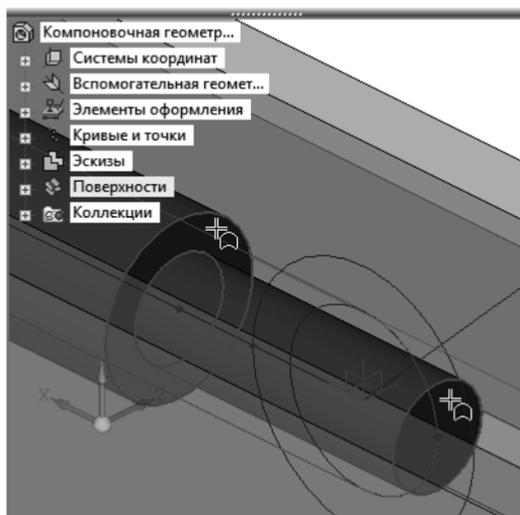


Геометрия детали *Штифт* практически полностью описана поверхностями. Вместо того чтобы повторять операции, можно скопировать поверхности и преобразовать их в твердотельную модель.

- ▼ Увеличьте изображение в окне и укажите три грани поверхности *Штифта*.



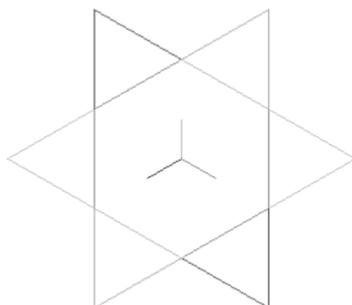
- ▼ Разверните модель и укажите оставшиеся две грани.



- ▼ Нажмите кнопку **Создать объект** — выбранные поверхности будут скопированы в текущую деталь.

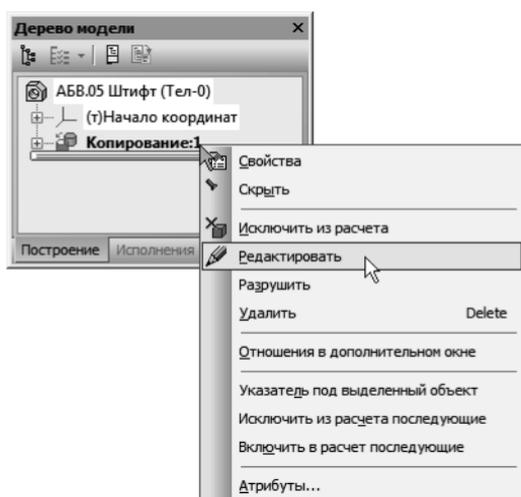


Посмотрите, как расположены скопированные объекты относительно начала координат детали. Копирование было выполнено в точку начала координат текущей детали относительно точки начала координат Компоночной геометрии — то есть деталь уже расположена так, как должна быть расположена в сборке. При таком варианте копирования для позиционирования детали в сборке достаточно будет указать точку начала координат сборки. При работе механизма система координат детали будет неподвижной, но деталь будет перемещаться относительно СК, поскольку будут перемещаться ее исходные поверхности в Компоночной геометрии. Это обеспечит работу механизма.

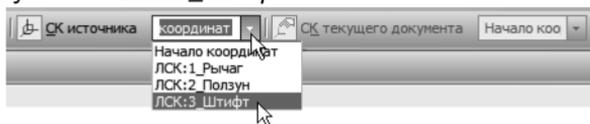


Если по каким-то причинам смещение детали относительно ее СК нежелательно, можно попробовать другой вариант копирования.

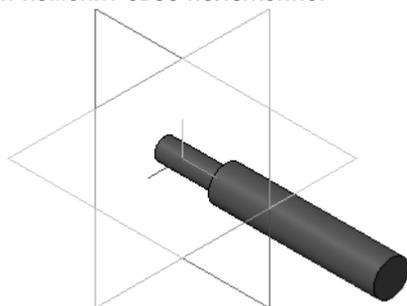
- ▼ В Дереве модели щелкните правой кнопкой мыши на элементе *Копирование:1* и выполните команду **Редактировать** из контекстного меню — система перейдет в режим редактирования операции копирования.



- ▼ На Панели свойств откройте список СК источника и укажите *ЛСК:3\_Штифт*.



- ▼ Нажмите кнопку **Создать объект** — копии поверностей изменят свое положение.

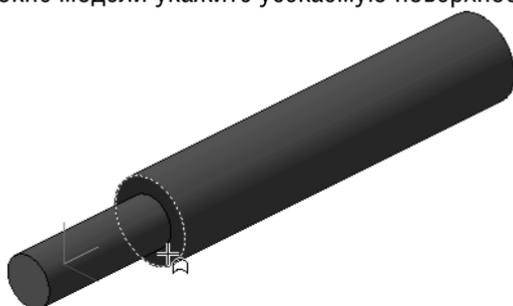


Теперь СК детали совпадает с локальной СК *Штифта* в Компонентной геометрии. При таком варианте копирования для позиционирования детали в сборке нужно будет совместить точку начала координат детали с локальной системой координат

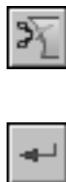
*Штифта* в сборке, которую предварительно придется туда скопировать. При работе механизма деталь будет неподвижной относительно своей СК, но сама СК будет перемещаться вместе с объектом Компонвочной геометрии, с которым она связана, и механизм тоже будет работать — оба варианта копирования дают нужный результат. Остановимся на втором варианте.

Теперь нужно преобразовать поверхностную модель в твердотельную.

- ▼ Отключите отображение плоскостей и разверните модель.
- ▼ Нажмите кнопку **Усечение поверхности** на инструментальной панели **Поверхности**.
- ▼ В окне модели укажите усекаемую поверхность.



- ▼ На Панели свойств нажмите кнопку **Секущий объект**.
- ▼ Укажите секущую поверхность. Убедитесь, что указатель направлен внутрь, и нажмите кнопку **Создать объект**.



Оставшиеся поверхности нужно сшить в единую поверхность с образованием твердого тела.

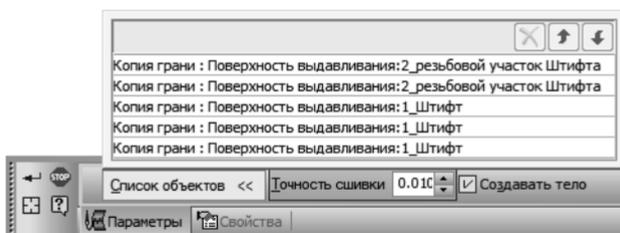
- ▼ Нажмите кнопку **Сшивка поверхностей** на инструментальной панели **Поверхности**.



- ▼ Укажите все пять граней модели.



Указанные грани будут отображаться в **Списке объектов** на Панели свойств.



- ▼ Нажмите кнопку **Создать объект** — поверхностная модель будет преобразована в твердотельную.

- ▼ Постройте две фаски длиной  $0,5\text{ мм}$  под углом  $45^\circ$ .



- ▼ Постройте обозначение резьбы М6 с шагом  $1\text{ мм}$ , длина резьбы —  $12\text{ мм}$ .



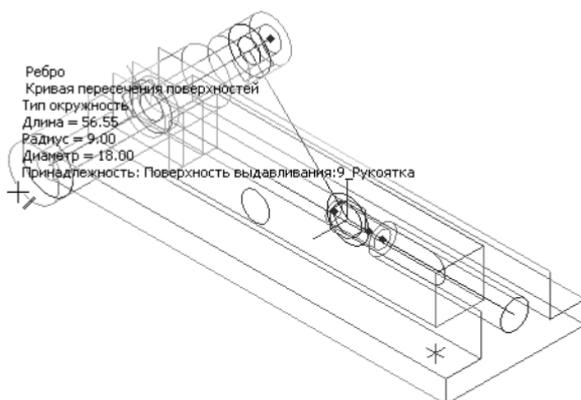
- ▼ На этом проектирование детали закончено. Сохраните модель и закройте ее окно.

### 10.4.4. Проектирование детали Рукоятка

Эту работу выполняет конструктор В.

На этапе компоновки изделия было принято решение, что деталь *Рукоятка* будет создаваться по методике **Снизу вверх с размещением компонентов**. Использование этого метода требует заранее известных размеров детали. Эти размеры могут быть получены, например, с помощью измерений в финальной сборке или в Компоновочной геометрии.

- ▼ Откройте файл *Комповочная геометрия*.
- ▼ Нажмите кнопку **Информация об объекте** на инструментальной панели **Измерения и диагностика (3D)** и укажите ребро *Рукоятки* диаметром 18 мм.



Полученные значения размеров придется записать или запомнить.

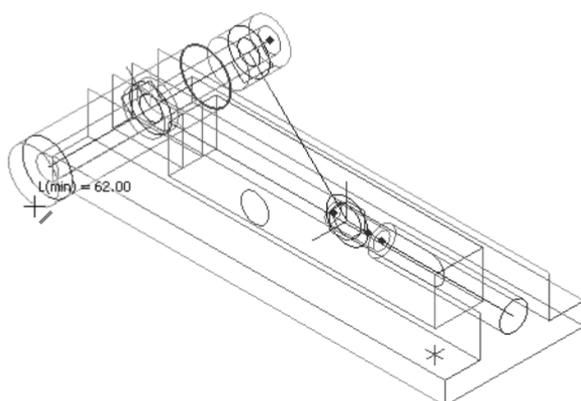


Обратите внимание, насколько удобнее выполнять проектирование от Компоновочной геометрии, как это было сделано при создании детали *Направляющая* и сборки *Шарнир*. Все необходимые данные уже содержались в коллекциях. Определение параметров операций сводилось к указанию объектов. Кроме того, важным преимуществом является автоматическое формирование связей между Компоновочной геометрией проекта и моделями компонентов, которые обеспечивают автоматическое проведение изменений. Для детали *Рукоятка*, спроектированной независимо, все изменения придется выполнять вручную.

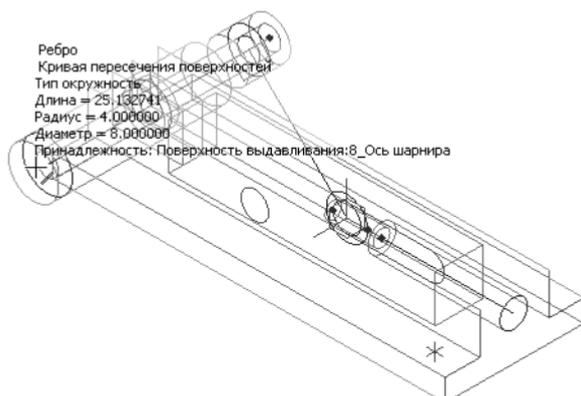


- ▼ Нажмите кнопку **Расстояние и угол** на панели **Измерения и диагностика (3D)** и укажите два ребра. Расстояние между ними **62 мм** — длина *Рукоятки*.

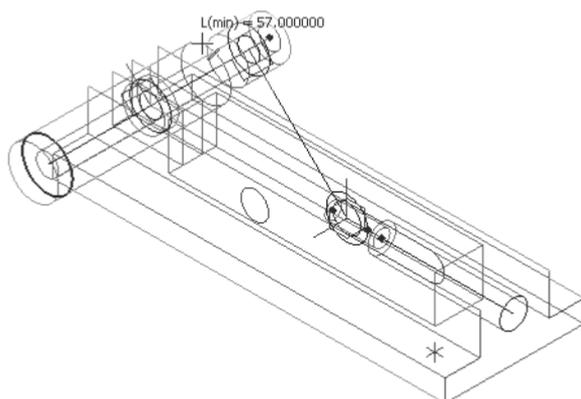




- ▼ Измерьте диаметр окружности 8 мм — это диаметр отверстия в *Рукоятке*.



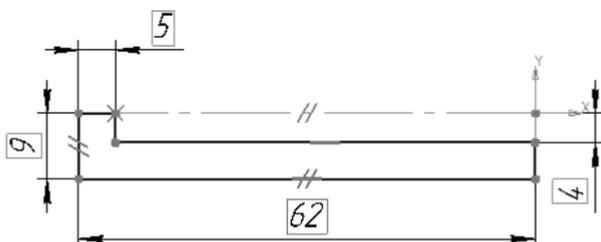
- ▼ Наконец, измерьте расстояние между двумя ребрами 57 мм — это глубина отверстия.



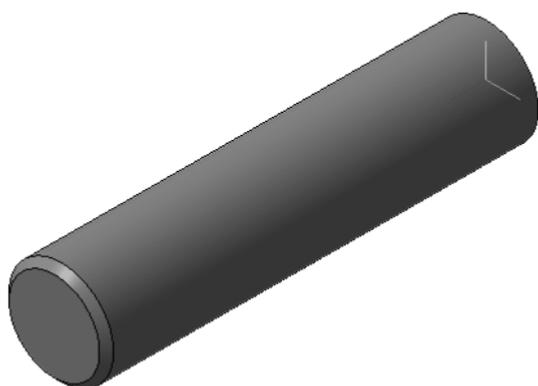
После того как стали известны размеры, можно построить модель детали.

- ▼ Создайте файл новой детали.

- ▼ Установите ориентацию **Изометрия XYZ**.
- ▼ Введите обозначение детали **АВВ.06** и ее наименование **Рукоятка**.
- ▼ Сохраните деталь в папке **Фиксатор** по именем **Рукоятка**.
- ▼ На плоскости **ZY** начертите эскиз.



- ▼ Примените к эскизу операцию вращения.
- ▼ Постройте фаску длиной **1 мм** под углом **45°**.



- ▼ Сохраните модель и закройте ее окно.

## 10.5. Создание финальной сборки изделия

Эту работу выполняет Ведущий конструктор.

При проектировании на основе Компоновочной геометрии компоненты сборки напрямую не связаны между собой ни геометрически, ни позиционно. Их взаимное согласование выполняется через файл Компоновочной геометрии проекта. Важное следствие такого решения состоит в том, что финальную сборку изделия можно создавать на любом этапе проектирования и в любой последовательности — для определения положения деталей и узлов не нужно окружение из смежных компонентов



и нет необходимости накладывать многочисленные сопряжения. Позиционирование выполняется в начало системы координат сборки или по заранее созданной локальной системе координат.

---



Создание сборки изделия можно начать с добавления в нее Компонентной геометрии изделия (в этом уроке не выполняется). Это позволит контролировать построение и изменение модели, использовать элементы КГ для проектирования простых компонентов в контексте сборки. При необходимости элементы КГ можно использовать для создания сопряжений — компоненты, спроектированные независимо от КГ, целесообразно сопрягать с объектами КГ, а не с другими компонентами сборки.

---

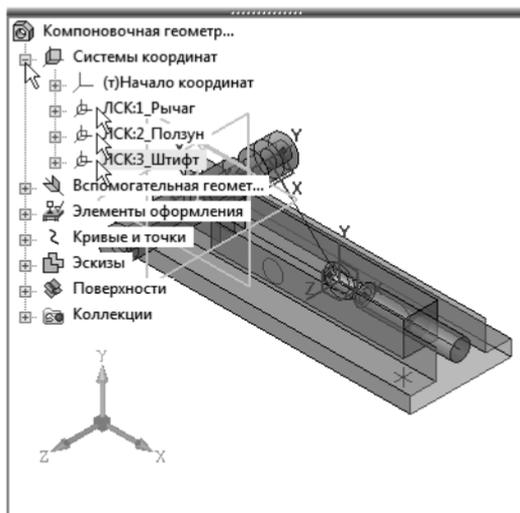
### Создание файла сборки

- ▼ Создайте файл сборки.
- ▼ Установите ориентацию **Изометрия XYZ**.
- ▼ Войдите в режим определения свойств модели, введите ее обозначение *АБВ.00* и наименование *Фиксатор*.
- ▼ Сохраните сборку в папке проекта по именем *Фиксатор*.
- ▼ Скройте в сборке вспомогательные объекты компонентов.

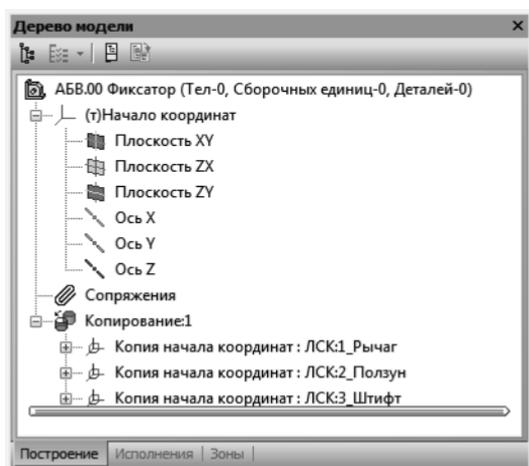
### Копирование в сборку локальных систем координат



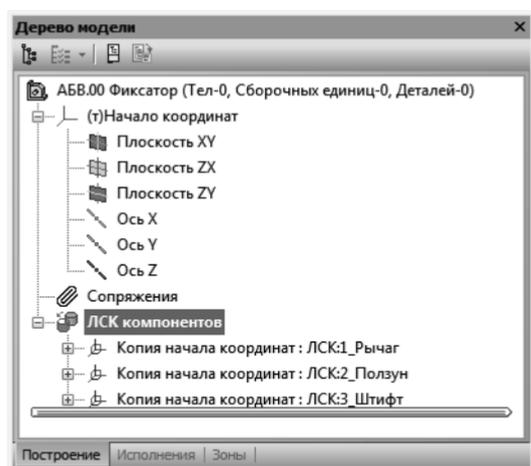
- ▼ С помощью команды **Копировать объекты** скопируйте в сборку из файла *Компонентная геометрия* локальные системы координат *ЛСК:1\_Рычаг*, *ЛСК:2\_Ползун*, *ЛСК:3\_Штифт* — они потребуются для позиционирования компонентов.



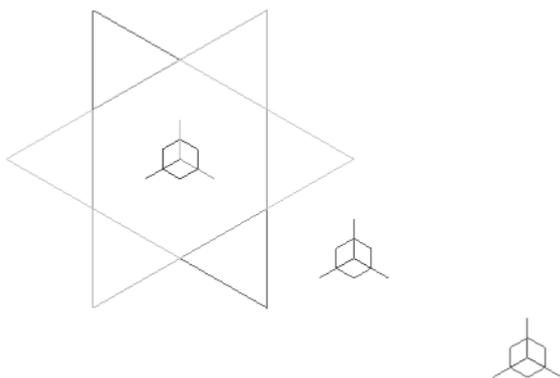
В сборке изделия скопированные объекты будут размещены на «ветви» *Копирование:1* Деревя модели.



▼ Присвойте «ветви» новое имя — *ЛСК компонентов*.



Скопированные ЛСК будут отображаться в окне модели.

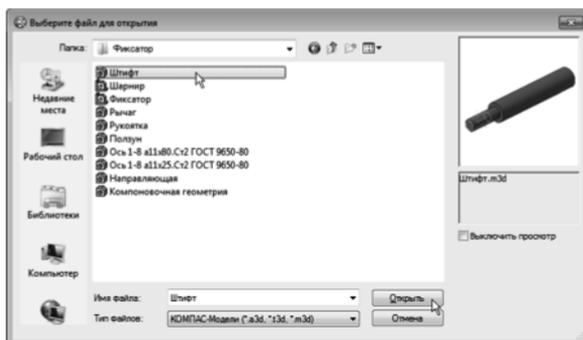


### 10.5.1.Добавление детали Штифт

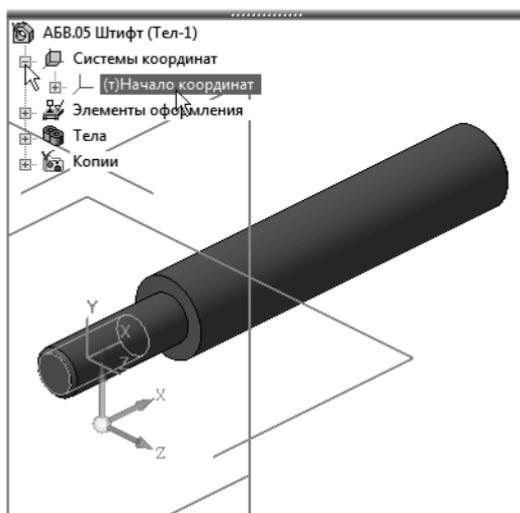
Предположим, что первой была готова наиболее простая деталь *Штифт*, спроектированная Конструктором В.



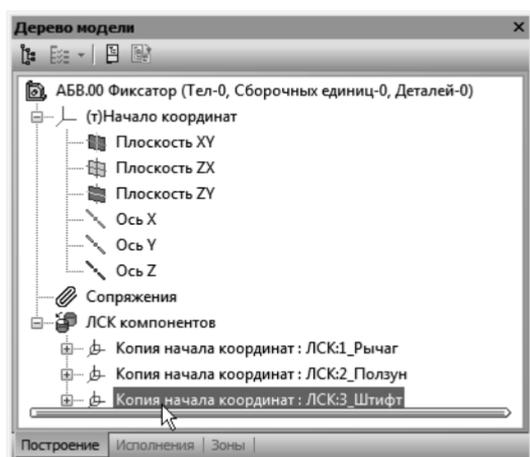
- ▼ Нажмите кнопку **Добавить из файла** на панели **Редактирование сборки**.
- ▼ В диалоге открытия файлов укажите *Штифт* и нажмите кнопку **Открыть**.



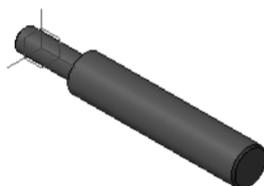
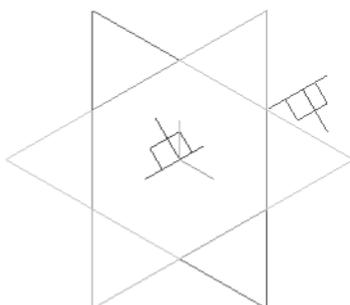
- ▼ Нажмите кнопку **По сопряжениям** на Панели свойств.
- ▼ Нажмите кнопку **Совпадение объектов** в группе **Выбор сопряжения**.
- ▼ В графическом окне укажите начало координат *Штифта*.



- ▼ В Дереве модели укажите *Копия начала координат: ЛСК:3\_Штифт*.



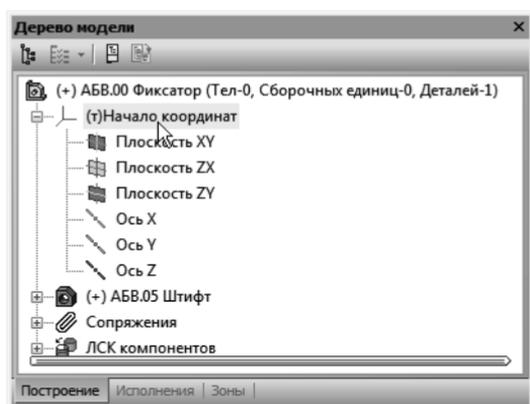
- ▼ Нажмите кнопку **Создать объект** — деталь займет нужное положение в сборке, ее положение будет описано полностью.



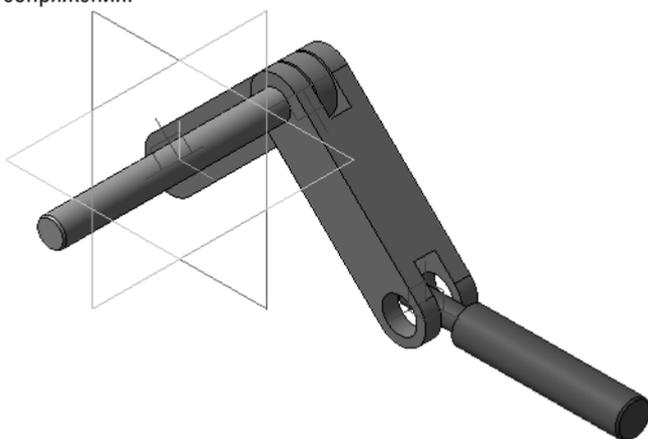
## 10.5.2.Добавление сборочной единицы Шарнир

Следующей была закончена сборочная единица *Шарнир*, которую проектировал Конструктор Б.

- ▼ Аналогичным образом добавьте сборочную единицу *Шарнир*. Для сопряжения **Совпадение** укажите начало координат *Фиксатора* и начало координат *Шарнира*.



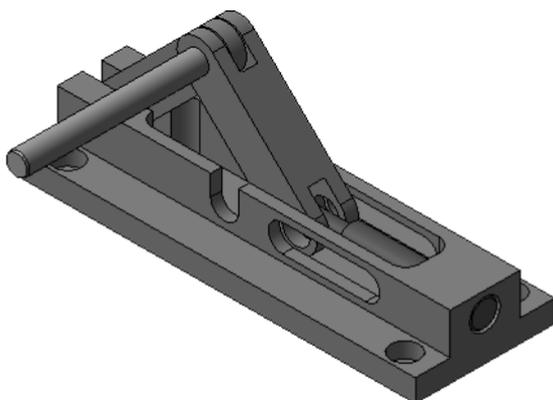
Сборка сразу займет правильное и полностью определенное положение относительно *Штифта* с помощью единственного сопряжения.



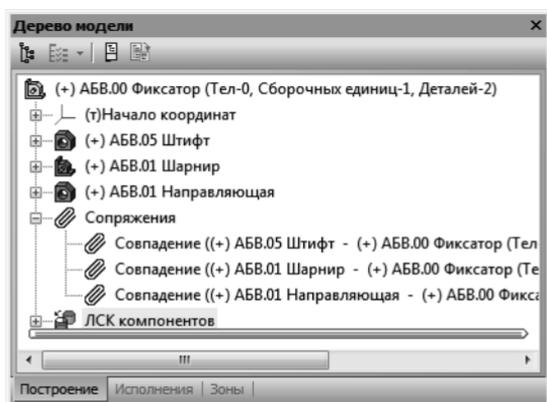
### 10.5.3. Добавление детали Направляющая

Наконец, свою работу закончил Конструктор А, который проектировал деталь *Направляющая*.

- ▼ Таким же образом добавьте деталь *Направляющая*. Для сопряжения **Совпадение** укажите начало координат *Фиксатора* и начало координат *Направляющей*.



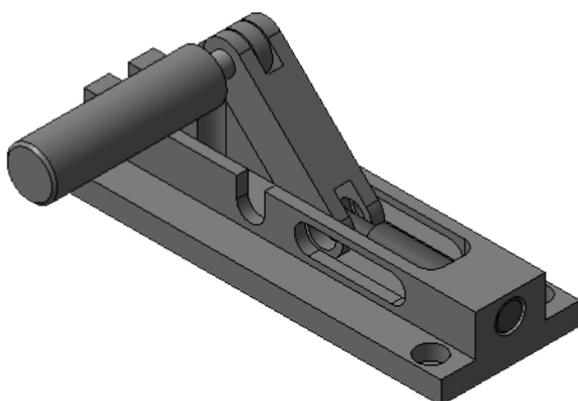
Обратите внимание — положение каждого компонента определено с помощью одного сопряжения.



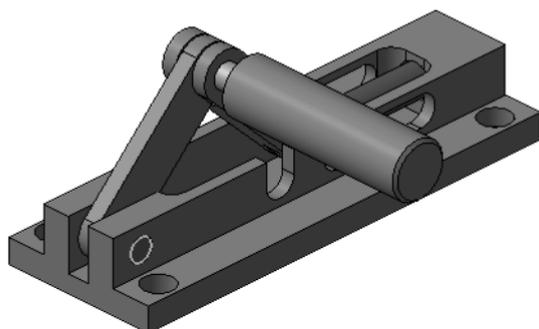
### 10.5.4. Добавление детали Рукоятка и стандартного изделия Ось

Деталь *Рукоятка* была спроектирована Конструктором В без использования Компоновочной геометрии и может быть добавлена в сборку с помощью как минимум двух сопряжений.

- ▼ Добавьте деталь *Рукоятка* в сборку обычным образом.



- ▼ Из Библиотеки Стандартные Изделия добавьте в сборку *Ось 1-8 а11х25.Ст2 ГОСТ 9650-80*.

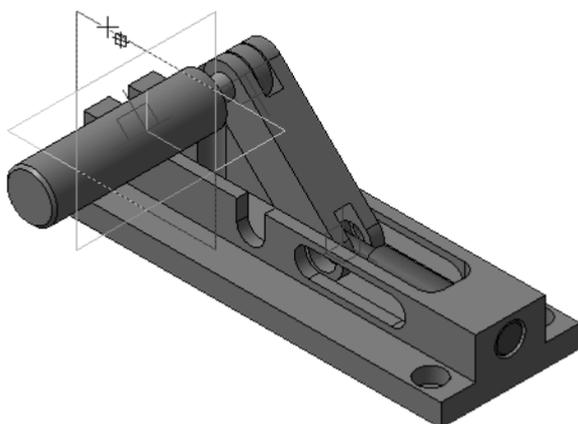


### 10.5.5.Проектирование детали *Ось штифта*

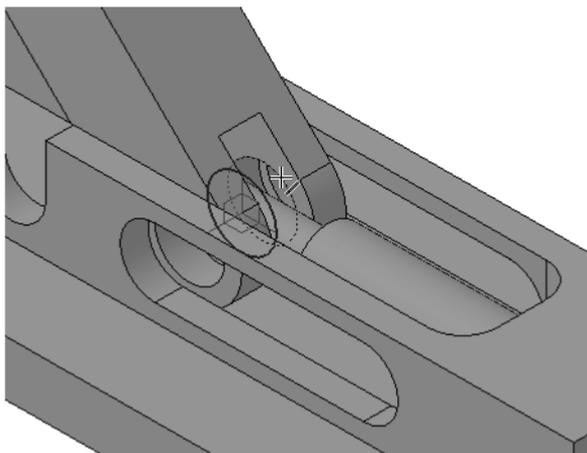
Эту работу выполняет **Конструктор В.**

Для проектирования детали *Ось штифта* был выбран метод **Сверху вниз в контексте сборки**.

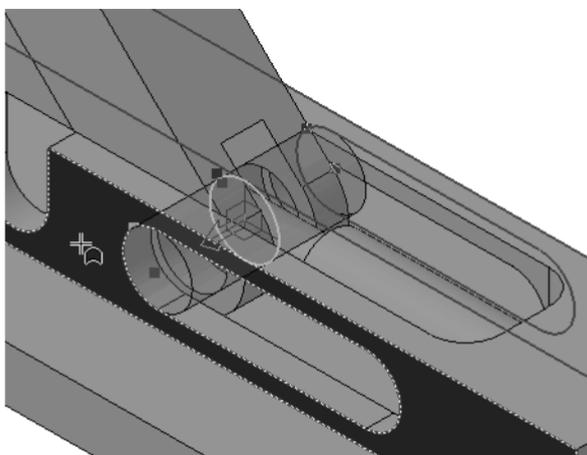
- ▼ Укажите плоскость и нажмите кнопку **Создать деталь** на панели **Редактирование сборки**.



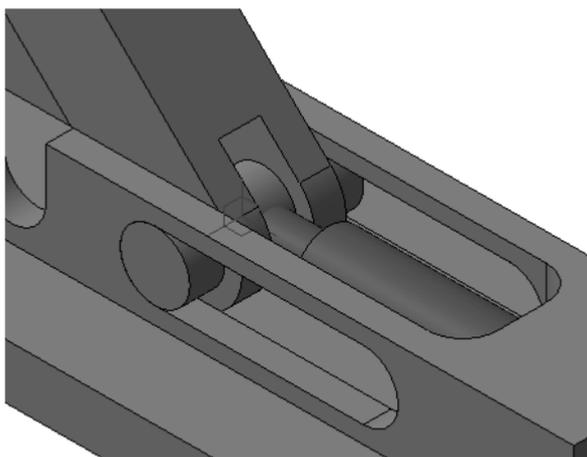
- ▼ Сохраните новую деталь под именем *Ось штифта* в папке проекта.
- ▼ Спроецируйте в эскиз круглое ребро *Ползуна*.



- ▼ Выдавите эскиз в двух направлениях способом **До поверхности**. В качестве поверхностей укажите лицевую и обратную грани *Направляющей*.



- ▼ Завершите сеанс редактирования детали.



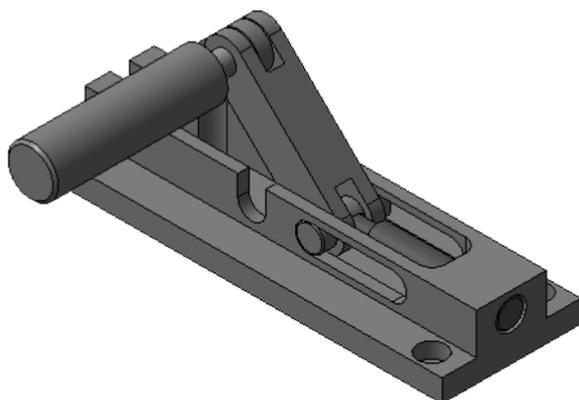
При использовании этой методики исполнитель не сможет начать работу до тех пор, пока не будет создана сборка. Кроме того, на время контекстного редактирования детали доступ к сборке изделия для остальных участников процесса проектирования будет заблокирован.



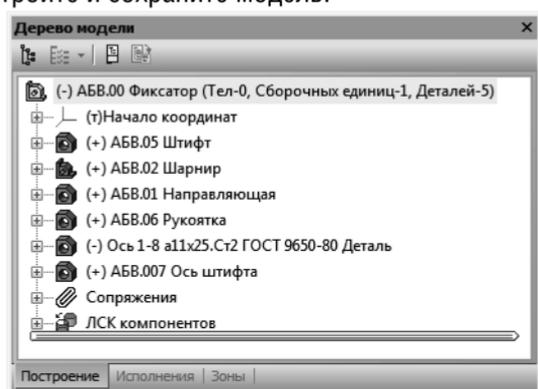
- ▼ Откройте деталь для редактирования в отдельном окне.
- ▼ С помощью команды **Отверстие с зенковкой** на инструментальной панели **Редактирование детали** постройте сквозное резьбовое отверстие с номинальным диаметром резьбы *6 мм*, шагом *1 мм*, диаметром зенковки *8 мм*. Постройте две фаски.



- ▼ В диалоге определения свойств детали задайте наименование детали *Ось штифта* и ее обозначение *АБВ.007*.
- ▼ Сохраните деталь и закройте ее окно.



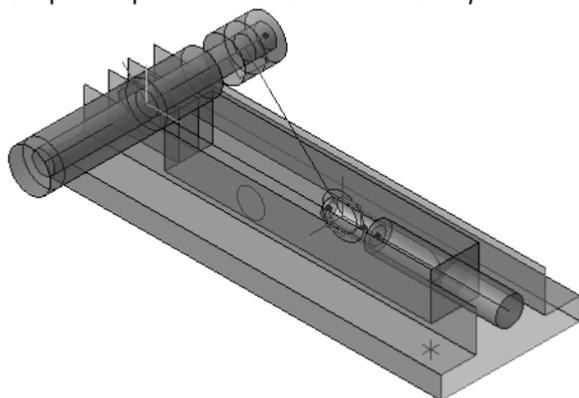
- ▼ На этом проектирование изделия закончено. Перестройте и сохраните модель.



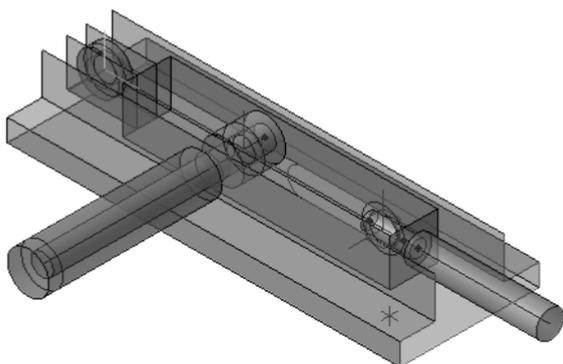
### 10.5.6. Проверка работы механизма

После создания финальной сборки изделия можно проверить работу ее механизма.

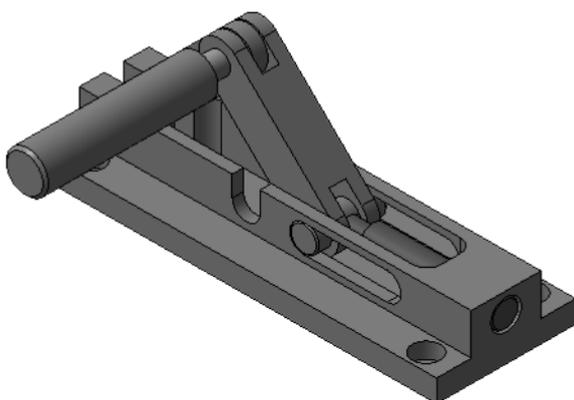
- ▼ Откройте файл *Компоновочная геометрия*.



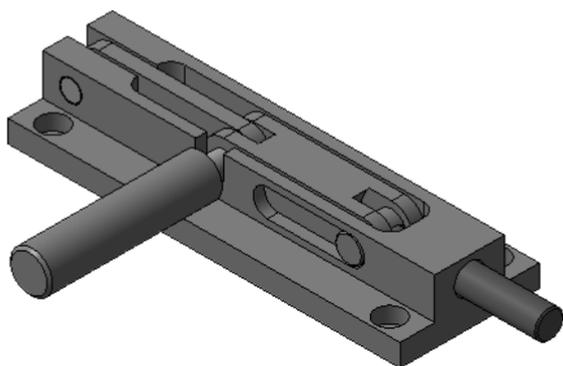
- ▼ Присвойте переменной *Alpha* значение  $0$  и перестройте модель.



- ▼ Сделайте текущим окно сборки *Фиксатора*.



- ▼ Перестройте модель — сборка перейдет в закрытое состояние.



### 10.5.7. Редактирование детали Направляющая

- ▼ Установите ориентацию **Спереди**.

Анализируя финальную сборку, Ведущий конструктор принимает решение — на *Направляющей* нужно сделать небольшую

выемку, чтобы *Рукоятка* не мешала полному закрытию механизма. Сейчас деталь пересекается с *Направляющей*.

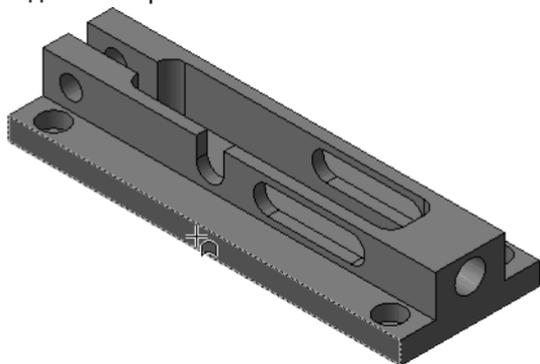


Уровень внесения изменений определяет Ведущий конструктор. Все принципиальные изменения, касающиеся геометрии или состава изделия, должен выполнять Ведущий конструктор в файле Компонентной геометрии. Если изменения касались редактирования параметров существующих объектов, то они автоматически будут передаваться из файла КГ в коллекции и далее в модели всех узлов и деталей, которые эти изменения затрагивают. Если в КГ были добавлены новые объекты, их нужно добавить (скопировать) в соответствующие коллекции, откуда они будут автоматически переданы исполнителям. Менее важные изменения можно выполнять непосредственно в файлах компонентов. В данном случае изменение конструкции незначительно и его можно выполнить непосредственно в детали.

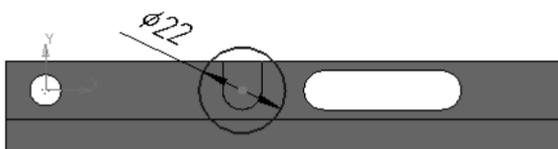
#### Эту работу выполняет Конструктор А.

По указанию Ведущего конструктора исполнитель вносит изменения в деталь.

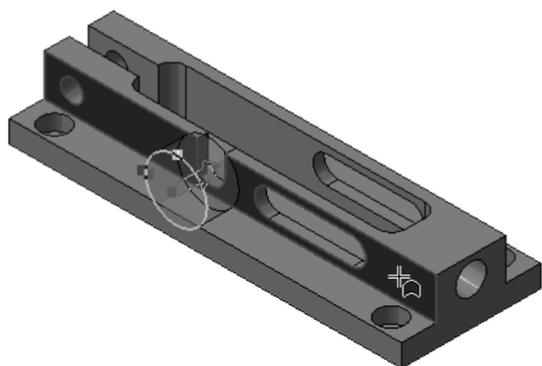
- ▼ Откройте файл детали *Направляющая*.
- ▼ Создайте на грани новый эскиз.



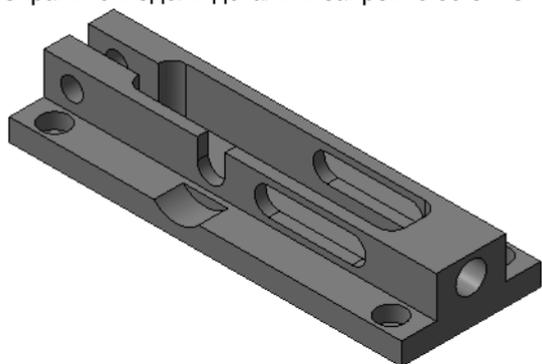
- ▼ Постройте окружность и проставьте размер.



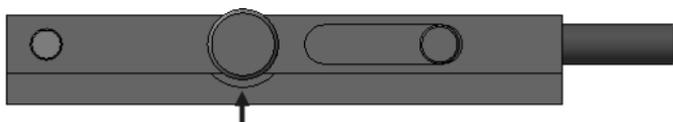
- ▼ Вырежьте эскиз в прямом направлении на расстоянии 1 мм до грани.



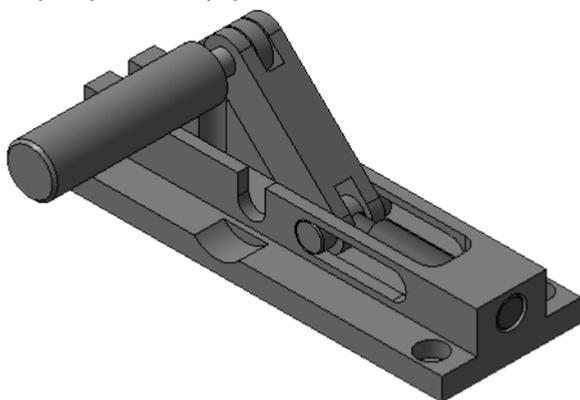
- ▼ Сохраните модель детали и закройте ее окно.



Внесенное в деталь изменение будет показано в сборке изделия.



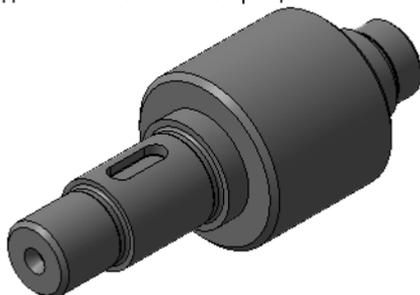
- ▼ Верните Компоновочную геометрию в исходное состояние, сохраните ее и закройте окно.
- ▼ Перестройте сборку изделия.



Проектирование изделия закончено.

## Урок № 11. Построение тел вращения

В этом уроке показан процесс создания детали *Вал червячный*.  
Деталь представляет собой тело вращения.



Для проектирования тел вращения и элементов механических передач целесообразно использовать специальное приложение — Интегрированную систему моделирования тел вращения **Валы и механические передачи 3D**, которая позволяет выполнять моделирование в полуавтоматическом режиме и выполнять различные виды инженерных расчетов.

Пример детали *Вал шестерня*, спроектированной с помощью этого приложения, показан на рисунке ниже.

В данном уроке используются только базовые функции системы.



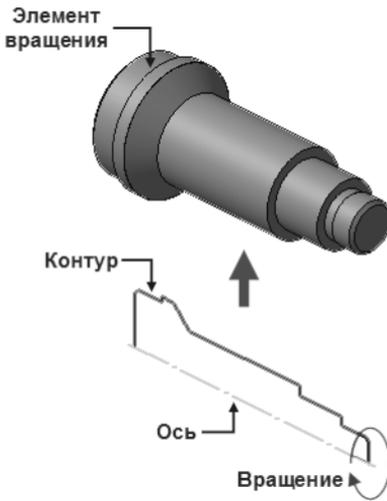
### В этом уроке рассматривается

- ▼ Создание эскиза и построение тела вращения.
- ▼ Создание центровых отверстий.
- ▼ Создание канавок.
- ▼ Создание шпоночного паза.

## 11.1. Создание эскиза и построение тела вращения

### Тело вращения

Эскиз тела вращения состоит из одного или нескольких контуров со стилем линии *Основная* и оси вращения в виде отрезка со стилем линии *Осевая*. Ни один из контуров не должен пересекать ось вращения или ее продолжение.



- ▼ Создайте новую деталь и сохраните ее под именем *Вал червячный*.
- ▼ Установите ориентацию **Изометрия XYZ**.
- ▼ Создайте новый эскиз на *Плоскости ZY*.
- ▼ На панели **Глобальные привязки** отключите привязку **Выравнивание**, включите привязку **Угловая**.

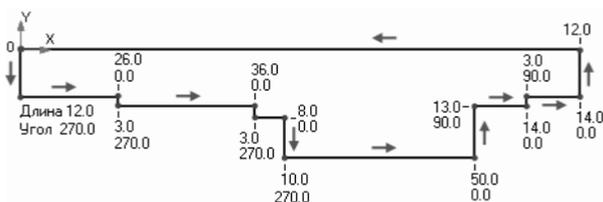
Контур будет располагаться справа от точки начала координат эскиза. Для того чтобы на экране было достаточно места для черчения, можно сдвинуть изображение влево.

- ▼ Нажмите и удерживайте нажатой клавишу *<Shift>* на клавиатуре.
- ▼ Нажмите колесико мыши до щелчка и, не отпуская его, перетащите символ начала координат эскиза в левую часть экрана.
- ▼ Отпустите колесико и клавишу.
- ▼ Нажмите кнопку **Непрерывный ввод объектов** на панели **Геометрия**.



- ▼ Из точки начала координат постройте замкнутую ломаную линию.

Углы наклона и длины отрезков показаны на рисунке. Выбирать горизонтальное или вертикальное направление отрезков поможет **Угловая привязка**. Параметры очередного отрезка отображаются в процессе черчения рядом с курсором.



Нет необходимости сразу получить контур именно с такими размерами. Главное — получить контур с нужным количеством ступеней приблизительно нужных размеров.



Если вы совершили ошибку, нажмите кнопку **Отменить** на панели **Стандартная** и повторите построение участка, где была допущена ошибка. Если ошибка была замечена позже, продолжайте построения. Ее можно исправить после завершения контура.

- ▼ Измените стиль горизонтального отрезка с *Основная* на *Осевая*. Этот отрезок будет выполнять роль оси вращения.



Если осевая линия получилась наклонной, нажмите кнопку **Горизонтальность** на панели **Параметризация** и укажите осевую линию. Линия станет горизонтальной.



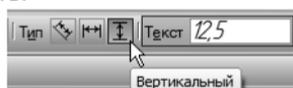
Для получения точной геометрии контура нужно проставить размеры.



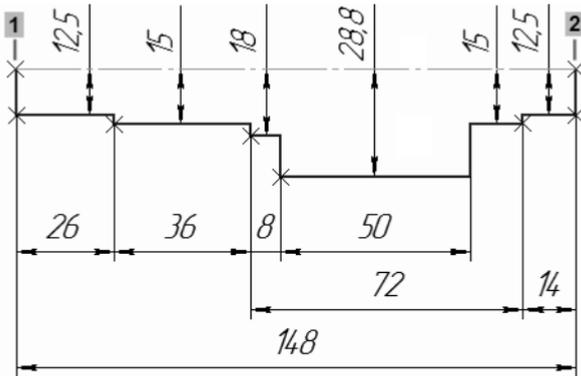
- ▼ Нажмите кнопку **Линейный размер** на инструментальной панели **Размеры**.



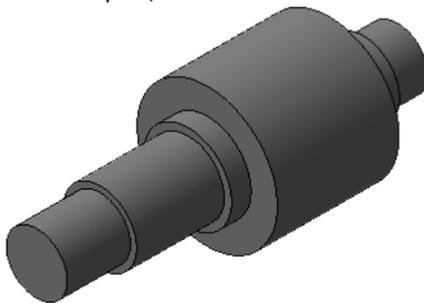
- ▼ Для придания размерам нужной ориентации нажмите кнопку **Вертикальный** в группе **Тип** на Панели свойств.



- ▼ Для простановки вертикальных размеров указывайте попарно точку 1 и очередную точку контура. Для создания размеров в правой части эскиза удобнее использовать точку 2.
- ▼ Для простановки горизонтальных размеров целесообразно использовать команду **Авторазмер**.
- ▼ При создании размера общей длины контура 148 мм включите опцию **Информационный размер** (в диалоговом окне **Установить значение размера**). Необходимость ее включения связана с тем, что после простановки всех предыдущих размеров геометрия контура полностью определена.



- ▼ Нажмите кнопку **Операция вращения** на панели **Редактирование детали**.
- ▼ Нажмите кнопку **Создать объект** — будет построено тело вращения.



## 11.2. Создание центровых отверстий

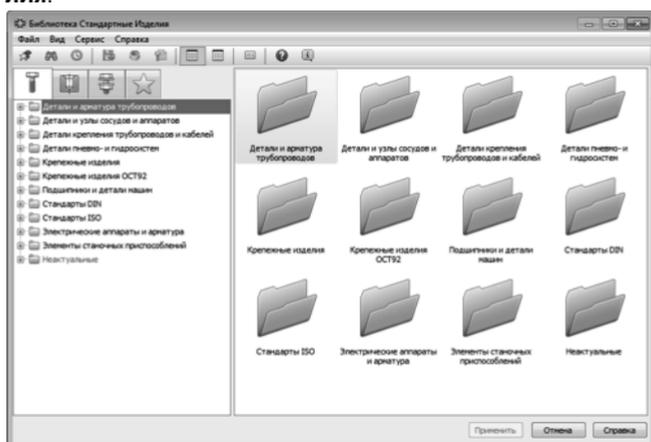
Построение разнообразных канавок, проточек, отверстий и прочих конструктивных элементов выполняется при помощи Библиотеки Стандартные Изделия.



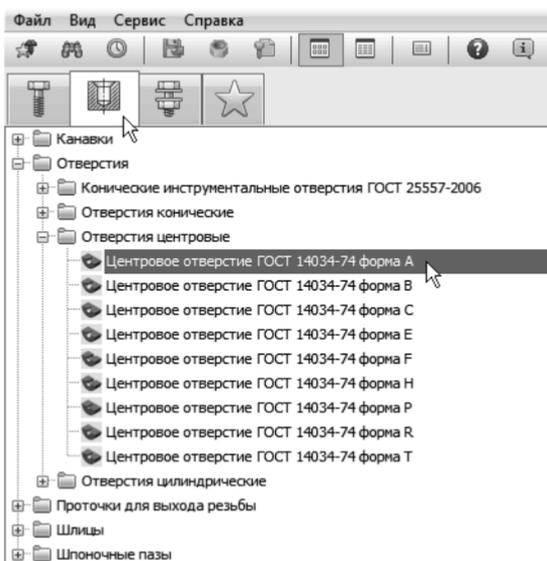
Если у вас нет лицензии на использование Библиотеки Стандартные Изделия, конструктивные элементы можно создавать с помощью базовых функций системы.

- ▼ Вызовите команду **Библиотеки — Стандартные изделия — Вставить элемент**.

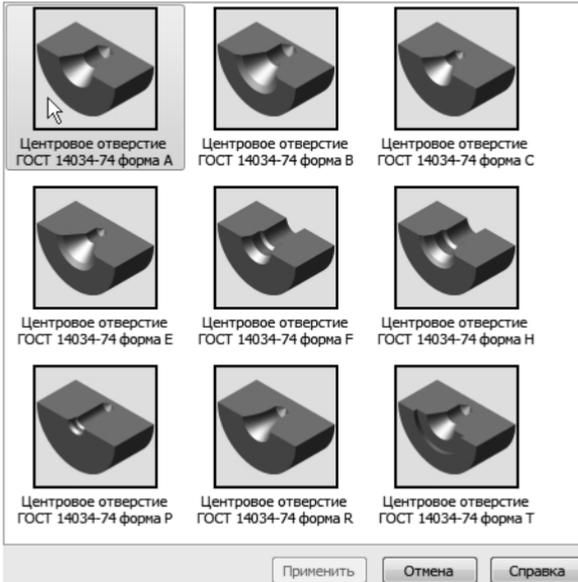
На экране откроется окно **Библиотека Стандартные Изделия**.



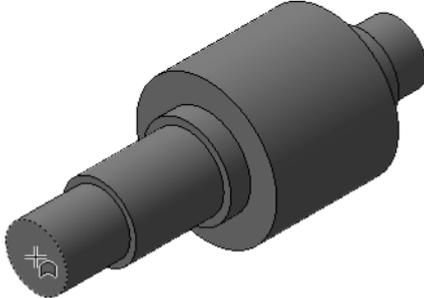
- ▼ Откройте вкладку **Конструктивные элементы**.
- ▼ В Дереве библиотеки раскройте «ветви» *Отверстия — Отверстия центровые*.
- ▼ Выполните двойной щелчок мышью на элементе **Центровое отверстие ГОСТ 14034-74 Форма А**.



- ▼ Либо выполните двойной щелчок мышью на изображении элемента в правой части окна.



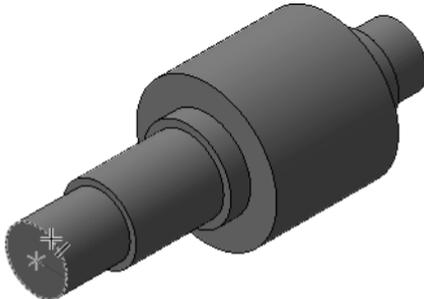
- ▼ В окне модели укажите грань.



- ▼ На вкладке **Позиционирование** нажмите кнопку **Центр круглого ребра**.

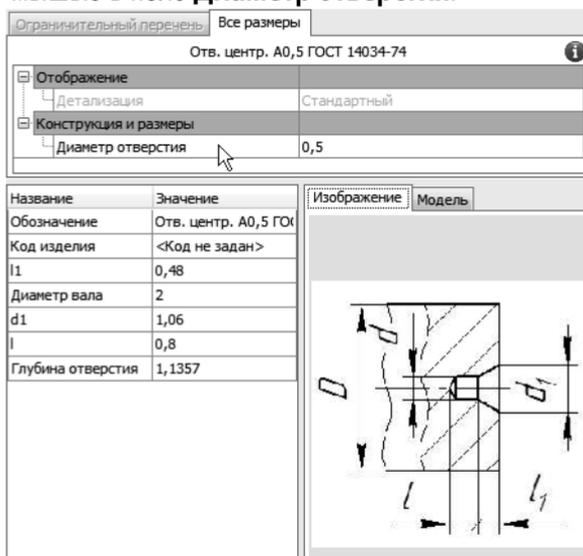


- ▼ В окне модели укажите ребро.

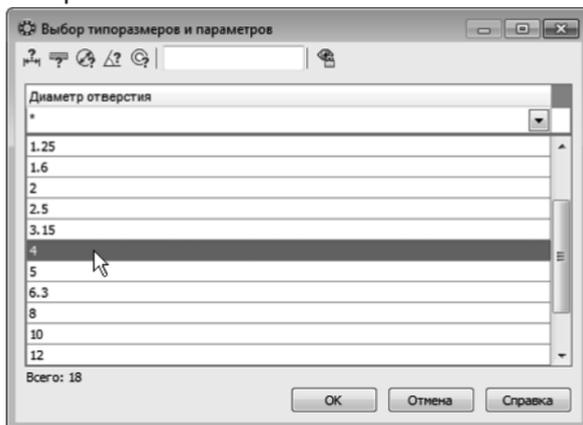




- ▼ Позиционирование отверстия закончено — нажмите кнопку **Создать объект** на Панели специального управления.
- ▼ В Области свойств выполните двойной щелчок мышью в поле **Диаметр отверстия**.



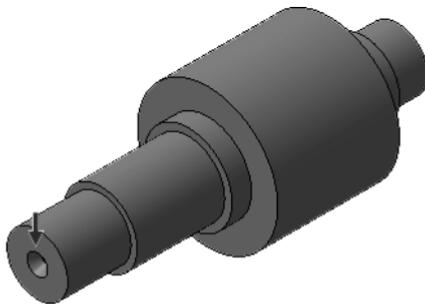
- ▼ В списке **Выбор типоразмеров и параметров** выполните двойной щелчок на значении диаметра отверстия **4 мм**.



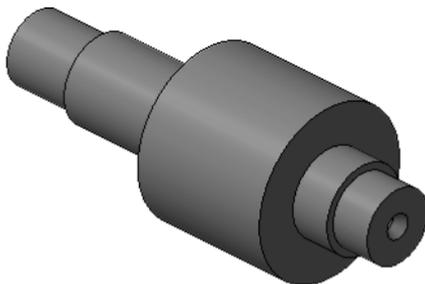
- ▼ В окне Библиотеки Стандартные Изделия нажмите кнопку **Применить**.



В модели будет построено центровое отверстие.



- ▼ Нажмите кнопку **Прервать команду**.
- ▼ Постройте центровое отверстие на противоположном торце детали.

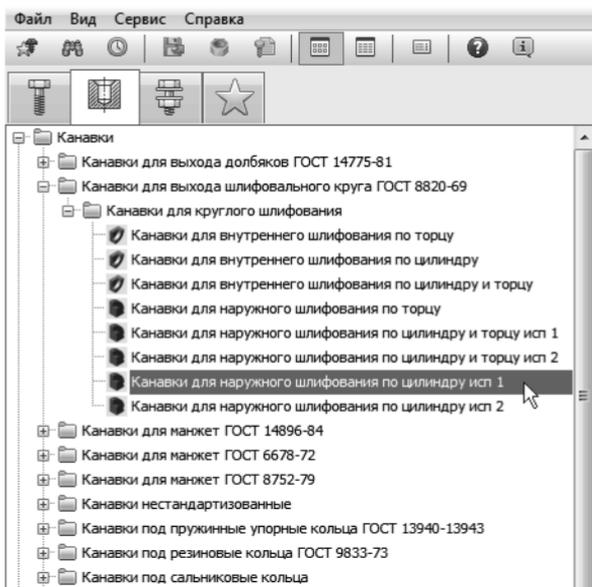


- ▼ Нажмите кнопку **Прервать команду**.

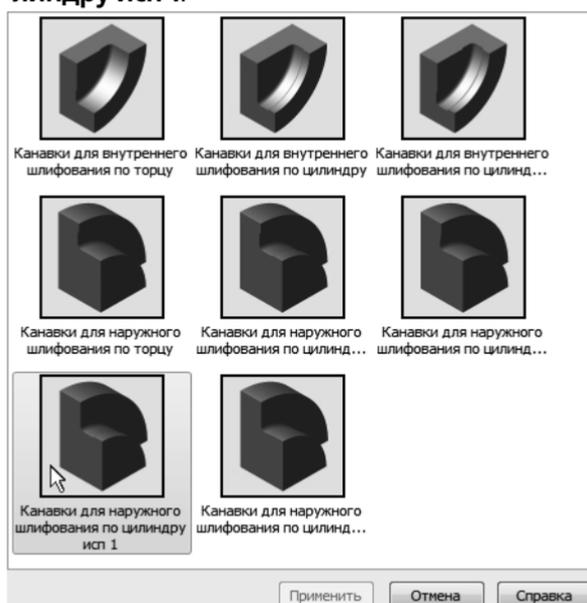


### 11.3. Создание канавок

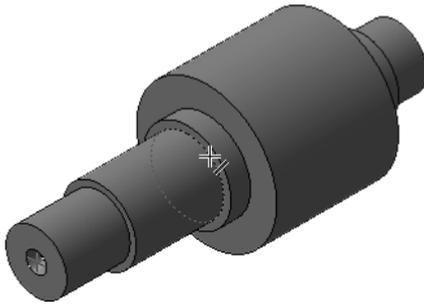
- ▼ В Дереве библиотеки раскройте «ветви» *Канавки* — *Канавки для выхода шлифовального круга ГОСТ 8820-69* — *Канавки для круглого шлифования*.



- ▼ Выполните двойной щелчок мышью на элементе **Канавки для наружного шлифования по цилиндру исп 1**.



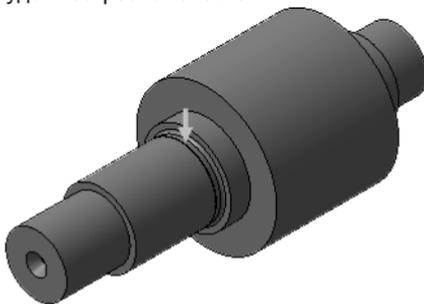
- ▼ В окне модели укажите ребро в месте построения канавки.



- ▼ Нажмите кнопку **Создать объект** на Панели специального управления.
- ▼ Система автоматически подберет параметры канавки — нажмите кнопку **Применить**.

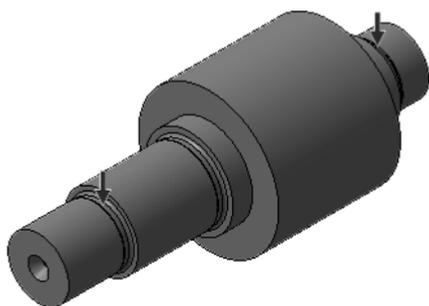


В модели будет построена канавка.



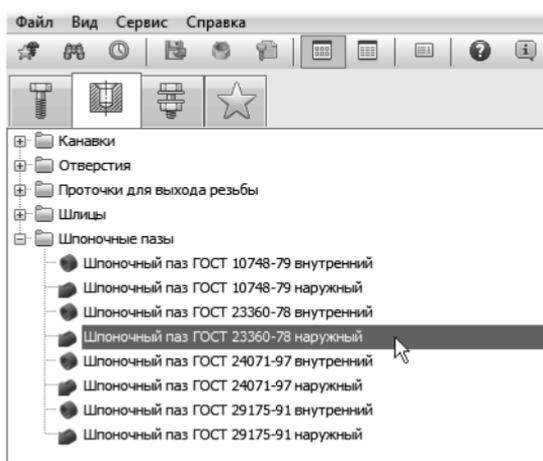


- ▼ Нажмите кнопку **Прервать команду**.
- ▼ Постройте канавки на двух других ребрах.



## 11.4. Создание шпоночного паз

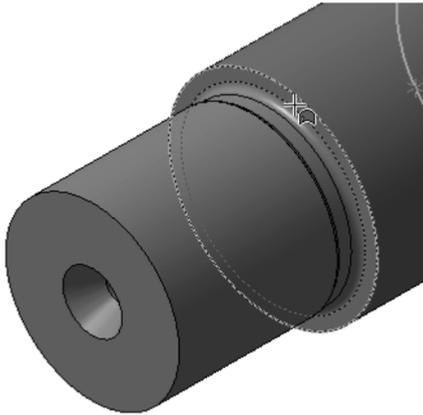
- ▼ Выполните двойной щелчок мышью на элементе **Шпоночный паз ГОСТ 23360-78 наружный**.



- ▼ Укажите цилиндрическую грань, на которой нужно построить шпоночный паз.



- ▼ Укажите плоскую грань — от этой плоскости будет определено положение паза.



- ▼ В поле **Расстояние** на Панели свойств введите значение *5 мм*.
- ▼ В поле **Угол поворота** введите значение *90*.
- ▼ Позиционирование паза закончено — нажмите кнопку **Создать объект**.
- ▼ В Области свойств выполните двойной щелчок мышью в поле **Длина**.



Ограничительный перечень Все размеры

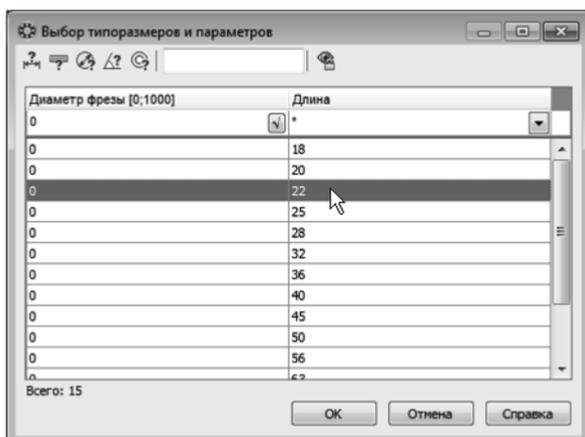
Шпоночный паз наружный 8x7x18 ГОСТ 23360-78

Представления	
Паз	С радиусом
Отображение	
Детализация	Стандартный
Конструкция и размеры	
Диаметр фрезы [0; 1000]	0
Длина	18

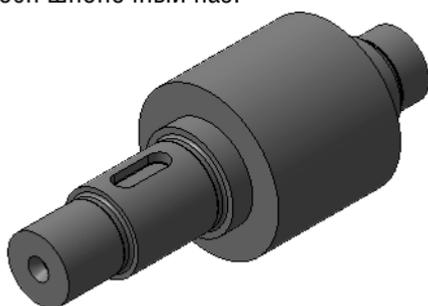
Название	Значение
Обозначение	Шпоночный паз нару
Код изделия	<Код не задан>
Высота, h	7
Обозначение стандарта	ГОСТ 23360-78
Типоразмер	паз 8x7x18
Код ОКП	459880
Вид изделия	Шпоночный
Раздел спецификации	Стандартные изделия

Изображение Модель

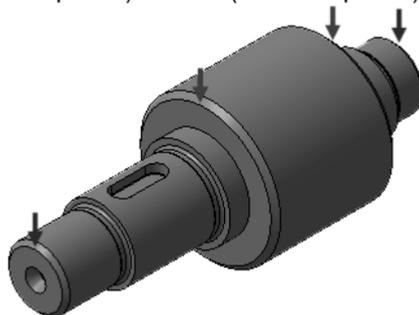
- ▼ В списке **Выбор типоразмеров и параметров** выполните двойной щелчок на значении длины паза 22 мм.



- ▼ Нажмите кнопку **Применить** — в модели будет построен шпоночный паз.



- ▼ Нажмите кнопки **Прервать команду** и **Отмена**.
- ▼ На круглых ребрах постройте фаски длиной 1,6 мм (черные стрелки) и 2 мм (белые стрелки).



- ▼ Нажмите кнопку **Перестроить** на панели **Вид**.
- ▼ Сохраните деталь на диске и закройте ее окно.



## Урок № 12.

# Кинематические элементы и пространственные кривые

В этом уроке нужно построить сборочную модель *Стул*. Будет показано, как можно изменять структуру сборки и отображать спецификацию на листе сборочного чертежа.

Все детали модели будут построены «на месте» (в контексте сборки), то есть методом проектирования «сверху вниз». Трубы и сиденье будут созданы как кинематические элементы. Кинематические элементы часто используются для построения стержней различной формы, труб, кабелей и т.д. Роль траектории в таких построениях могут выполнять пространственные кривые, геометрические объекты в эскизах и т.д.



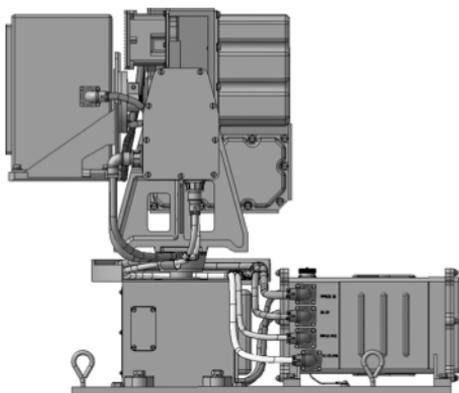
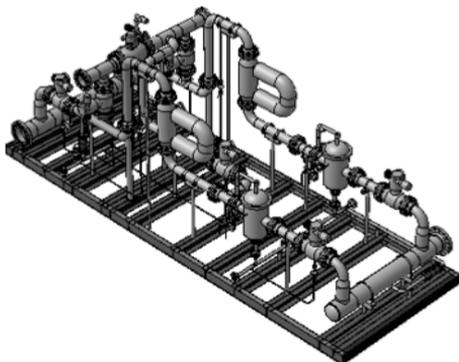
---

Для проектирования трубопроводов целесообразно использовать специальное Приложение **Трубопроводы 3D**, а для построения кабелей и жгутов проводов — **Кабели и жгуты 3D**. Обе библиотеки располагают специальными средствами, которые позволяют выполнять построения с высоким уровнем автоматизации и получить комплект конструкторских документов.

Примеры моделей, созданных с использованием Приложений **Трубопроводы 3D** и **Кабели и жгуты 3D**, показаны на рисунках ниже.

В данном уроке используются только базовые функции системы.

---



### В этом уроке рассматривается

- ▼ Создание и сохранение сборки.
- ▼ Создание детали *Труба*.
- ▼ Пространственные ломаные.
- ▼ Редактирование ломаной.
- ▼ Создание эскиза сечения.
- ▼ Создание кинематического элемента.
- ▼ Зеркальное копирование тела.
- ▼ Создание детали *Сиденье*.
- ▼ Создание второй *Трубы*.
- ▼ Создание чертежа.
- ▼ Спецификация на листе чертежа.

## 12.1. Создание и сохранение сборки

- ▼ Создайте новую сборку.



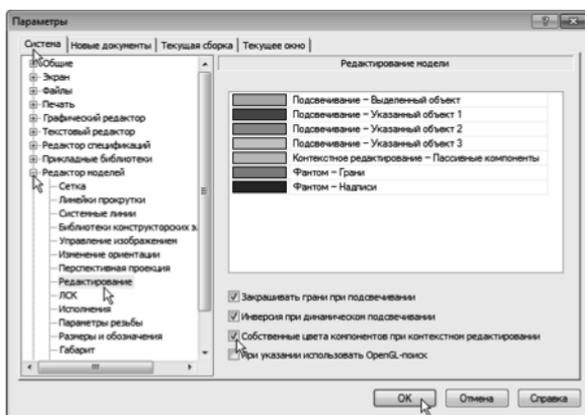
- ▼ Войдите в режим определения свойств сборки. Введите обозначение сборки *АБВ.02.00* и ее наименование *Стул*.
- ▼ Поскольку модель сборки будет включать в себя несколько деталей, для ее хранения на носителе данных следует создать отдельную папку — создайте папку *Стул*.



- ▼ Сохраните сборку.

При создании или редактировании компонента сборки в режиме «на месте» все прочие компоненты становятся недоступными для редактирования и изменяют свой цвет. Можно настроить систему таким образом, чтобы компоненты сохраняли свои цвета.

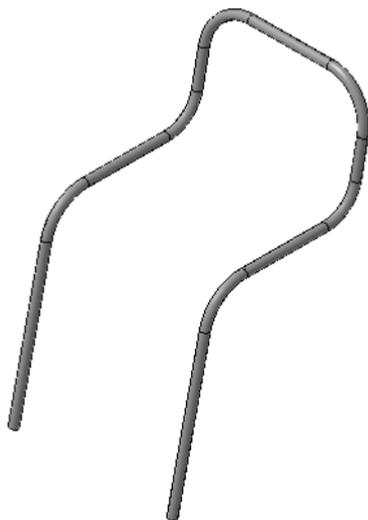
- ▼ Выполните команду **Сервис — Параметры — Система — Редактор моделей — Редактирование**.
- ▼ Включите опцию **Собственные цвета компонентов при контекстном редактировании**.



- ▼ Закройте кнопкой **OK** диалог настройки параметров.

## 12.2. Создание детали Труба

Создание сборки начнем с построения детали *Труба*.



- ▼ Нажмите кнопку **Создать деталь** на панели **Редактирование сборки**.
- ▼ Сохраните новую деталь в папке *Стул* под именем *АБВ.02.01 - Труба*.
- ▼ Установите стандартную ориентацию **Изометрия YZX**.

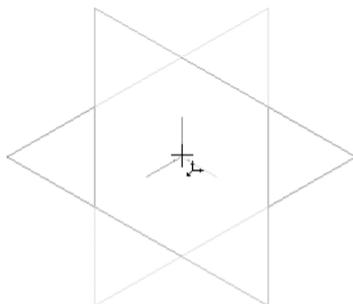


На экране появится индикатор **Контекстное редактирование** — система перейдет в режим создания новой детали. Построение трубы как кинематического элемента начнем с создания его траектории — пространственной ломаной линии.



### 12.3. Пространственные ломаные

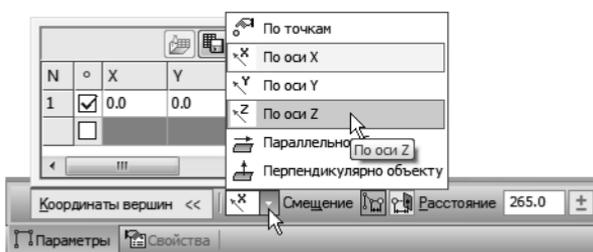
- ▼ Нажмите кнопку **Ломаная** на инструментальной панели **Пространственные кривые**.
- ▼ Аккуратно укажите точку начала координат сборки. Курсор должен находиться в режиме указания начала координат. Это будет первая вершина ломаной.



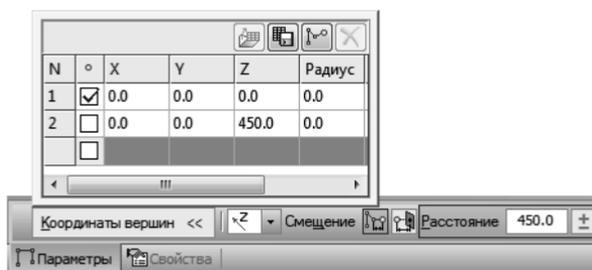
Дальнейшее построение ломаной заключается в последовательном задании ее вершин. Вершины можно задавать различными способами: по точкам, по осям и по объектам. Раскрывающийся список **Способ построения** позволяет выбрать способ построения очередной вершины ломаной. В процессе построения можно произвольно комбинировать разные способы.

После указания первой точки ломаной автоматически включается способ построения «по осям». Текущее направление соответствует направлению оси X системы координат ломаной. Для построения второй вершины нужно сменить направление построения.

- ▼ Чтобы выбрать координатную ось, параллельно которой будет построен первый сегмент ломаной, раскройте список **Способ построения** на Панели свойств и укажите **По оси Z**. После выбора координатной оси при перемещении курсора фантом сегмента ломаной будет строиться параллельно этой оси.

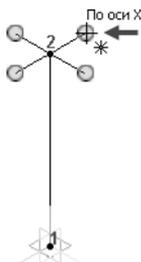


- ▼ Введите с клавиатуры значение длины первого сегмента ломаной **450 мм**. Оно попадет в активное поле **Расстояние** на Панели свойств.
- ▼ Нажмите клавишу **<Enter>** для фиксации значения.

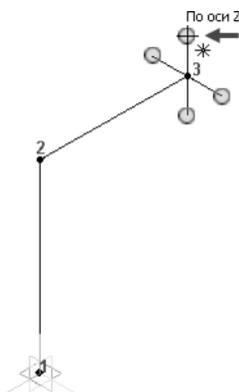


Будет построена вторая вершина ломаной. При текущем масштабе она окажется вне экрана и будет не видна.

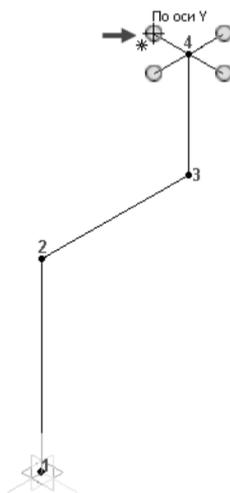
- ▼ Вращением колеса мыши уменьшайте масштаб изображения до тех пор, пока вершина не будет видна на экране.
- ▼ Для определения направления второго сегмента ломаной укажите «кисточку», соответствующую отрицательному направлению оси X. Курсор должен находиться в режиме указания вершин.



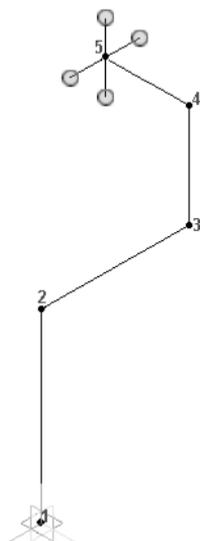
- ▼ Введите значение длины второго сегмента ломаной  $-350$  мм. Значение следует ввести со знаком «минус», так как построение выполняется в направлении, соответствующем отрицательному направлению оси X.
- ▼ Укажите направление третьего сегмента и введите его длину  $250$  мм.



- ▼ Укажите направление четвертого сегмента и введите его длину  $-200$  мм.



На данном этапе пространственная ломаная должна выглядеть следующим образом.



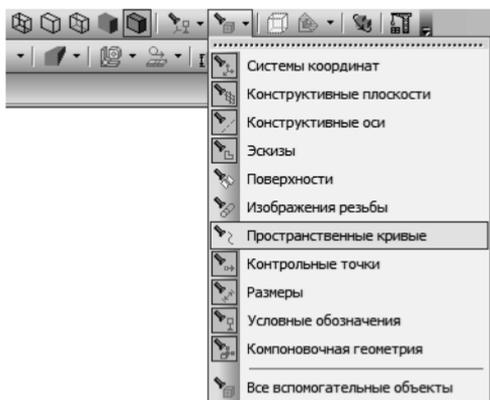
Длина последнего сегмента 4–5 вдвое меньше ширины стула. Система позволяет зеркально отразить тело детали относительно любой плоской грани, поэтому можно построить только половину трубы.



▼ Нажмите кнопку **Создать объект** — система построит пространственную ломаную.

Сразу после построения ломаная пропадет с экрана — система автоматически скрывает вспомогательные объекты, чтобы не перегружать пространство модели.

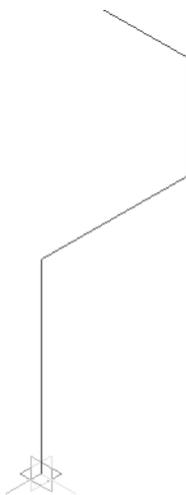
- ▼ Для того чтобы увидеть ломаную, откройте список кнопки **Скрыть все объекты в компонентах** и включите показ пространственных кривых в окне сборки.



С помощью этих команд можно скрывать в модели вспомогательные объекты, если они мешают работе, или отображать их вновь, если они необходимы для построений.



Ломаная будет показана в окне модели.

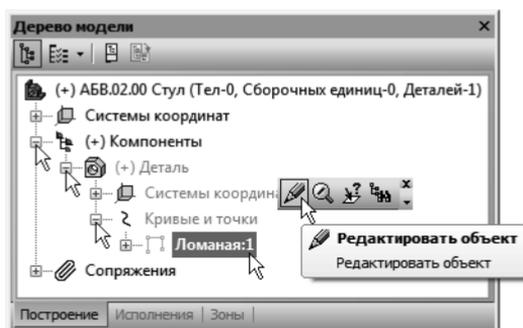


## 12.4. Редактирование ломаной

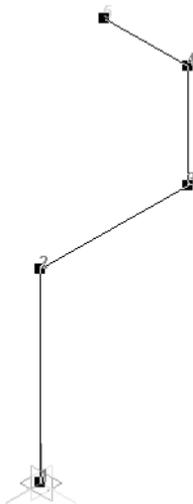
Построенная ломаная нуждается в доработке. Два ее сегмента нужно сделать наклонными и скруглить несколько вершин.

- ▼ В Дереве модели раскройте «ветви» *Компоненты — Деталь — Кривые и точки*.

- ▼ Укажите объект *Ломаная:1* и нажмите кнопку **Редактировать объект** на Контекстной панели.



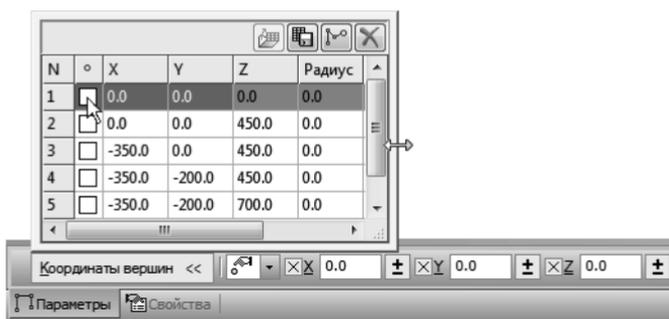
Система перейдет в режим редактирования ломаной — на ней будут показаны пронумерованные вершины, а на Панели свойств откроется **Таблица параметров вершин ломаной**.



- ▼ Увеличьте ширину **Таблицы параметров вершин ломаной**, переместив ее правую границу.

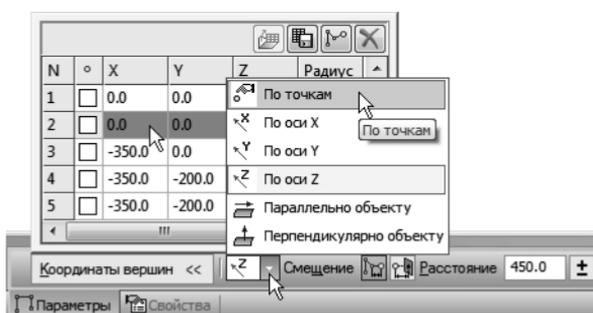
Вершину *1* нужно сдвинуть вдоль оси *X* на *100 мм*, чтобы сделать участок *1–2* наклонным. Сразу сделать это не удастся — вершина *1* привязана к опорной точке (точке начала координат детали).

- ▼ Отключите опцию **Связь с точечным объектом** для вершины *1* — теперь вершину можно перемещать.

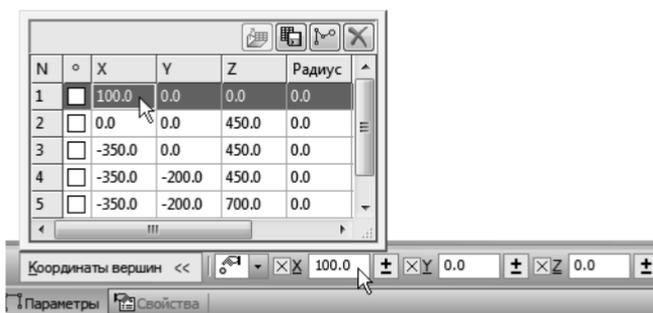


Вершина 2 построена способом «по оси». В результате координаты вершин 1 и 2 связаны друг с другом: при попытке сдвинуть вершину 1 будет перемещаться и вершина 2, то есть сегмент 1–2 будет перемещаться целиком. Нам же необходимо, чтобы вершина 2 оставалась на месте.

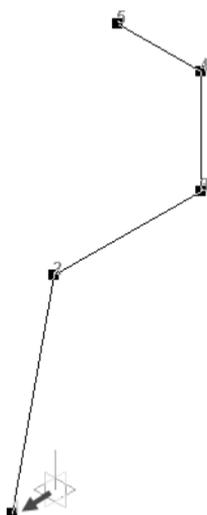
- ▼ Сделайте текущей строку параметров вершины №2.
- ▼ Откройте список **Способ построения** и укажите вариант **По точкам** — теперь вершины 1 и 2 независимы друг от друга.



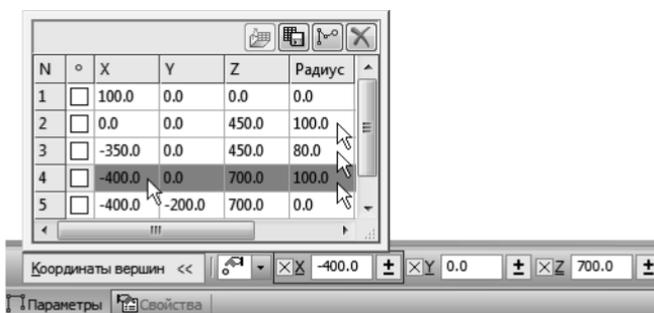
- ▼ В поле координаты X вершины №1 введите значение *100 мм*.



В окне модели вершина переместится в заданном направлении.



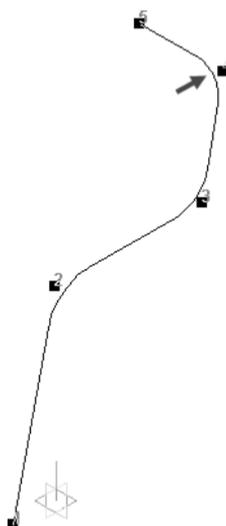
- ▼ Таким же образом отредактируйте параметры вершины 4: задайте для нее способ построения **По точкам** и введите значение координаты X равным **-400 мм**.
- ▼ Затем скруглите ломаную: в поле **Радиус** для вершин 2, 3 и 4 введите значения, показанные на рисунке.



Обратите внимание на то, что вместе с вершиной 4 переместилась вершина 5, так как способ ее построения **По осям** остался без изменений. При построении ломаных важно правильно комбинировать способы построения вершин и привязку вершин к другим элементам модели. От этого будет зависеть то, как будет изменяться ломаная и построенный на ее основе кинематический элемент при редактировании модели.



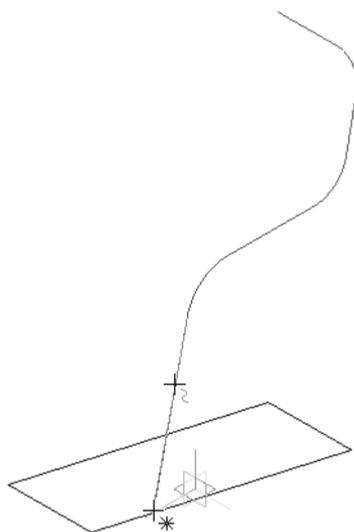
- ▼ Завершите редактирование ломаной — нажмите кнопку **Создать объект**.



## 12.5. Создание эскиза сечения

Для эскиза сечения нужно построить вспомогательную плоскость.

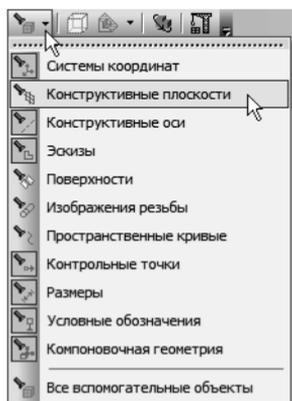
- ▼ Нажмите кнопку **Плоскость через вершину перпендикулярно ребру** на панели построения вспомогательных плоскостей.
- ▼ Укажите первый сегмент ломаной и ее первую вершину — система построит плоскость.



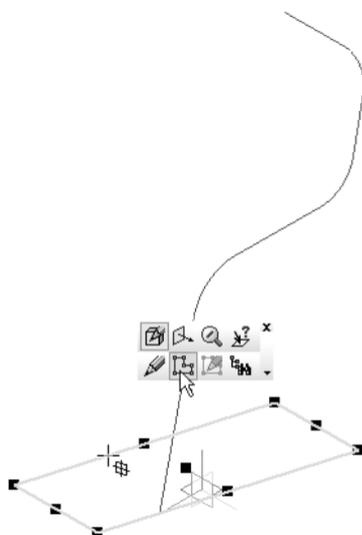
- ▼ Нажмите кнопку **Прервать команду**.



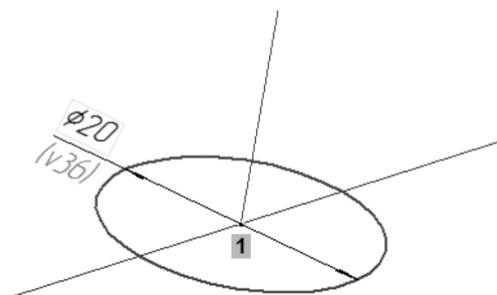
- ▼ Сразу после построения плоскость пропадет с экрана. Для того чтобы увидеть плоскость, откройте список кнопки **Скрыть все объекты в компонентах** и включите режим отображения конструктивных плоскостей.



- ▼ Укажите созданную плоскость и создайте на ней новый эскиз.



- ▼ Вернитесь к ориентации **Изометрия YZX** — сейчас эскиз удобнее строить в этой ориентации.
- ▼ Увеличьте место начала ломаной.
- ▼ В эскизе постройте окружность диаметром *20 мм*. В качестве ее центра укажите первую вершину ломаной (точка 1).

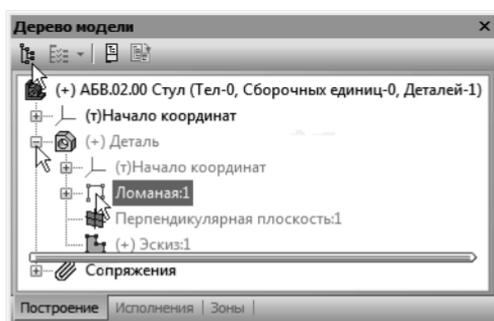


- ▼ Отобразите модель целиком.

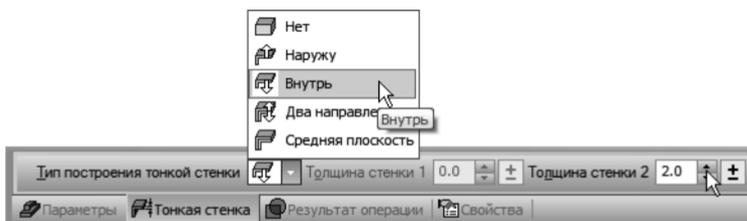


## 12.6. Создание кинематического элемента

- ▼ Нажмите кнопку **Кинематическая операция** на панели **Редактирование детали**. *Эскиз 1* — сечение кинематического элемента — будет выбран автоматически.
- ▼ Раскройте «ветвь» *Кривые и точки* и укажите элемент *Ломаная:1* (траектория) — в модели будет показан фантом кинематического элемента.



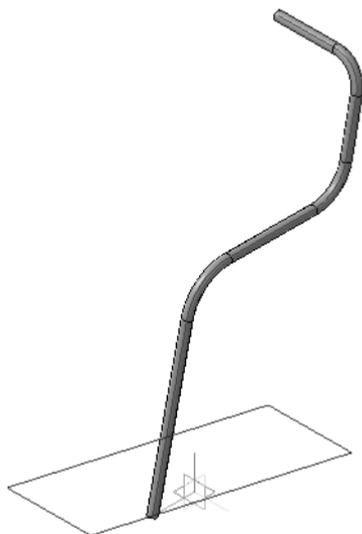
- ▼ На Панели свойств откройте вкладку **Тонкая стенка**.
- ▼ Раскройте список **Направление построения тонкой стенки** и укажите вариант **Внутрь**.
- ▼ В поле **Толщина стенки 2** введите значение **2 мм**.





▼ Нажмите кнопку **Создать объект**.

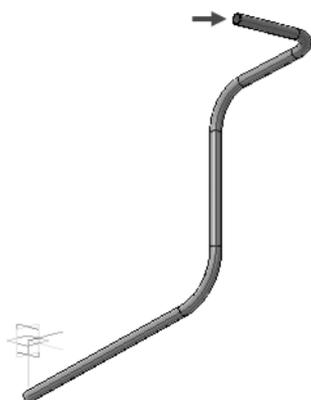
Система выполнит построение кинематического элемента.



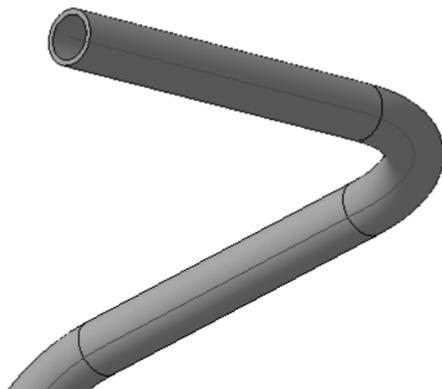
## 12.7. Зеркальное отражение тела

Теперь можно из половины трубы получить целую деталь.

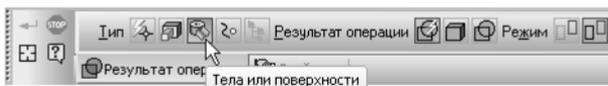
▼ Разверните модель так, чтобы стал виден плоский торец на «спинке».



▼ Увеличьте масштаб отображения так, чтобы торец трубы стал хорошо виден.



- ▼ Нажмите кнопку **Зеркальный массив** на панели **Массивы**.
- ▼ Нажмите кнопку **Тела или поверхности** на Панели свойств.

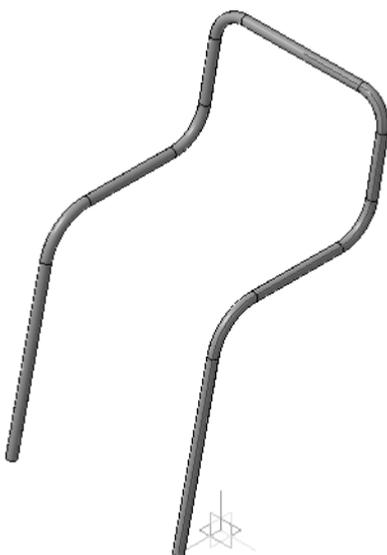


- ▼ Укажите плоскую грань на торце трубы — будет показан фантом второй половины детали.



- ▼ Нажмите кнопку **Создать объект** на Панели специального управления.
- ▼ Нажмите кнопку **Показать все** на панели **Вид**.
- ▼ Отключите кнопку **Редактировать на месте** на панели **Текущее состояние**.
- ▼ Ответьте **Да** на запросы системы относительно сохранения изменений в детали и перестроения сборки.





▼ Щелкните правой кнопкой мыши на компоненте *Деталь* в Дереве модели и выполните из контекстного меню команду **Редактировать в окне**.

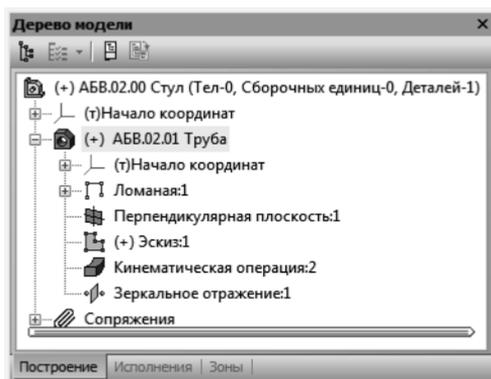
▼ Нажмите кнопку **Показать все** на панели **Вид**.

▼ Войдите в режим определения свойств детали, введите ее обозначение *АБВ.02.01* и наименование *Труба*.

▼ На этом построение детали *Труба* закончено. Закройте ее окно с сохранением данных. Система вернется в режим работы со сборкой.



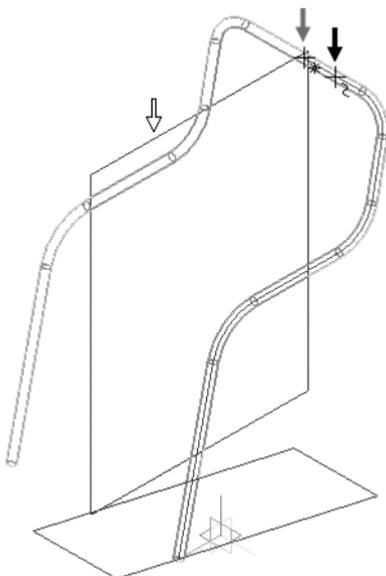
▼ Нажмите кнопку **Перестроить** на панели **Вид**.



## 12.8. Создание детали Сиденье

Деталь *Сиденье* будет построена как кинематический элемент в контексте сборки. Ее создание нужно начать с построения вспомогательной плоскости.

- ▼ Установите режим отображения **Каркас**.
- ▼ Нажмите кнопку **Плоскость через вершину перпендикулярно ребру** на панели построения вспомогательных плоскостей.
- ▼ Укажите последний сегмент ломаной детали *Труба* (черная стрелка) и ее конечную вершину (серая стрелка) — будет построена вспомогательная плоскость, от которой можно начать построение новой детали (белая стрелка).



- ▼ Нажмите кнопку **Прервать команду**.
- ▼ Укажите новую плоскость и нажмите кнопку **Создать деталь** на панели **Редактирование сборки**.
- ▼ Сохраните новую деталь в папке *Стул* под именем *АБВ.02.02 - Сиденье*.
- ▼ Вернитесь к ориентации **Изометрия YZX**.



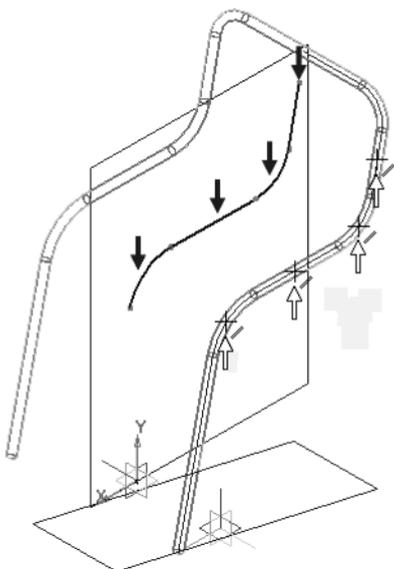
Построение детали начнем с создания траектории. Траекторией может быть не только пространственная ломаная, но и объекты эскизов. Форма *Сиденья* должна повторять форму *Трубы*, поэтому в эскиз нужно спроецировать сегменты ломаной.



- ▼ Нажмите кнопку **Спроецировать объект** на панели **Геометрия**.



- ▼ Укажите четыре сегмента ломаной (белые стрелки). По мере указания на вспомогательной плоскости будут появляться проекции сегментов (две дуги и два отрезка), которые выполнят роль траектории (черные стрелки).



Обратите внимание на то, что на спроецированные объекты автоматически наложены параметрические связи. При изменении траектории *Трубы* ее проекции в эскизе тоже будут меняться, то есть при изменении размеров *Трубы* автоматически будут изменяться размеры *Сиденья*. По этой же причине эскиз не нуждается в протановке размеров.



- ▼ Закройте эскиз.



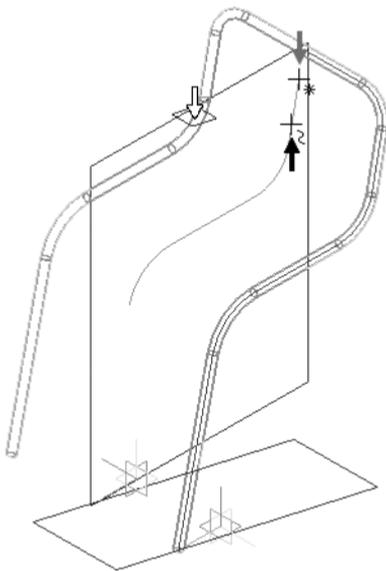
- ▼ Для того чтобы увидеть эскиз, откройте список кнопки **Скрыть все объекты в компонентах** и включите показ эскизов в окне сборки.

Теперь можно перейти к созданию эскиза сечения. Для его размещения потребуется еще одна вспомогательная плоскость.



- ▼ Нажмите кнопку **Плоскость через вершину перпендикулярно ребру**.

- ▼ Укажите первый отрезок в эскизе траектории (черная стрелка) и его начальную точку (серая стрелка) — система построит вспомогательную плоскость (белая стрелка).



▼ Нажмите кнопку **Прервать команду**.



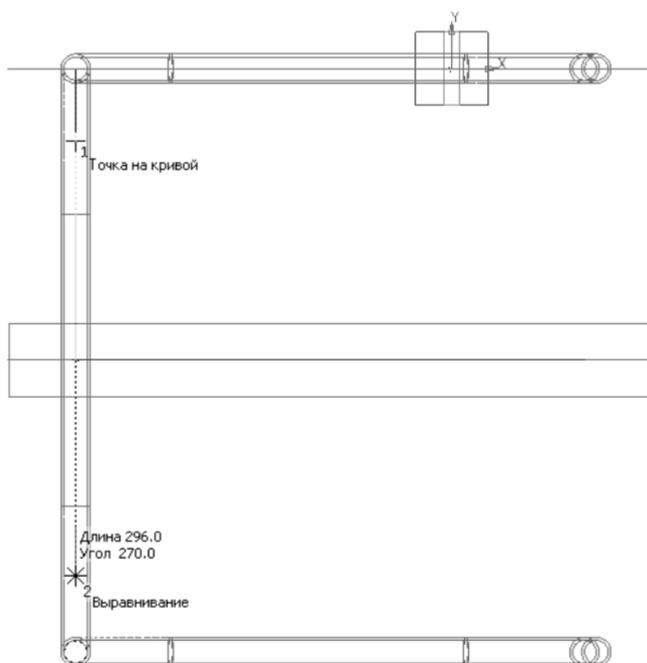
▼ Укажите новую плоскость и создайте на ней эскиз.

Эскиз сечения кинематического элемента будет представлять собой отрезок, который нужно связать параметрическими связями с *Трубой*.

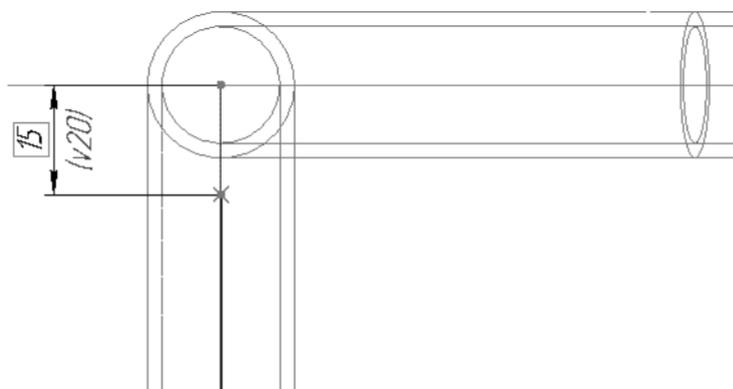
▼ Увеличьте масштаб изображения.

▼ Постройте отрезок 1-2. Обратите внимание на использование привязок.

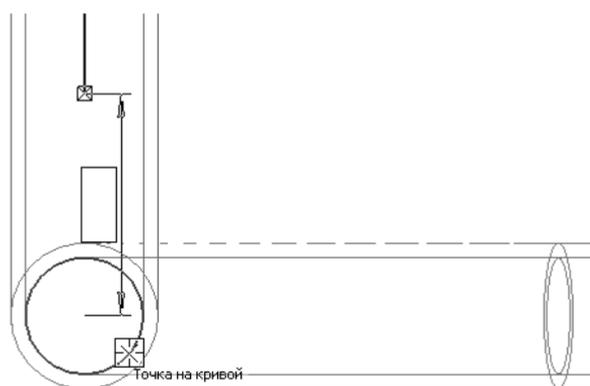




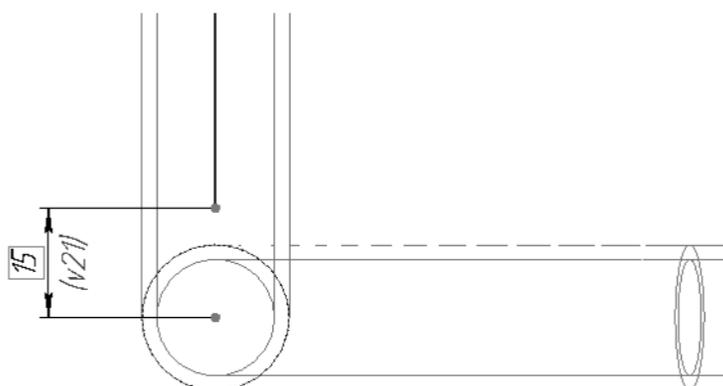
- ▼ Проставьте верхний линейный размер и присвойте ему значение *15 мм*.



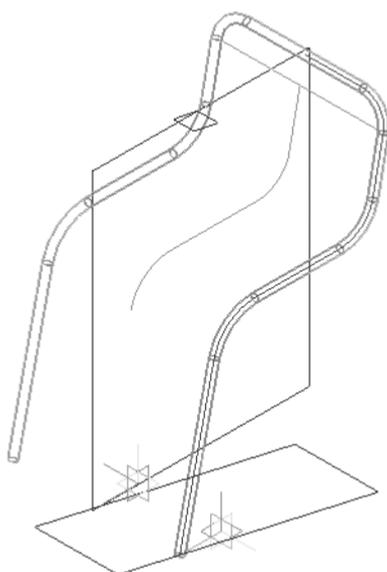
- ▼ Проставьте нижний линейный размер.



▼ Присвойте ему значение 15 мм.



▼ Закройте эскиз.

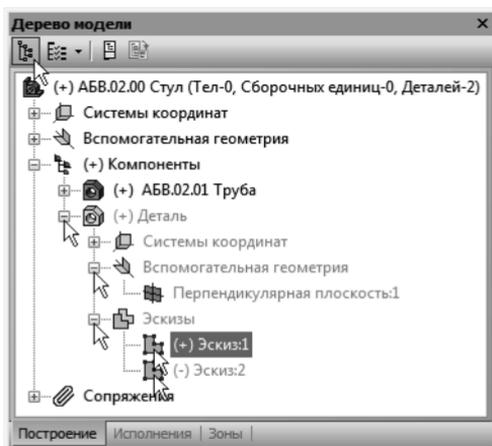




▼ Нажмите кнопку **Кинематическая операция** на панели **Редактирование детали**.



▼ В Дереве модели раскройте «ветви» *Компоненты* — *Деталь* — *Эскизы* и укажите *Эскиз:2* (сечение) и *Эскиз:1* (траектория). Эскизы нужно указать именно в такой последовательности.



Объекты можно указать непосредственно в окне модели. При этом соблюдайте ту же последовательность. При указании траектории нужно последовательно указать все элементы эскиза, начиная с первого отрезка.

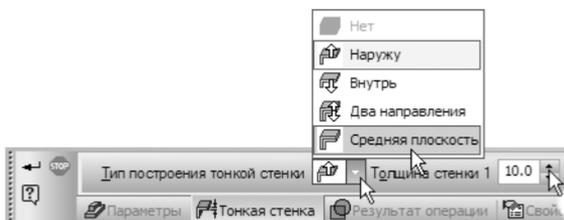
▼ На Панели свойств откройте вкладку **Тонкая стенка**.

▼ Раскройте список **Тип построения тонкой стенки** и укажите вариант **Средняя плоскость**.

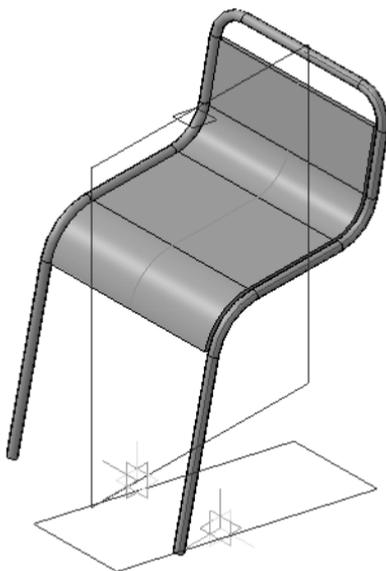
▼ В поле **Толщина стенки 1** введите значение *10 мм*.



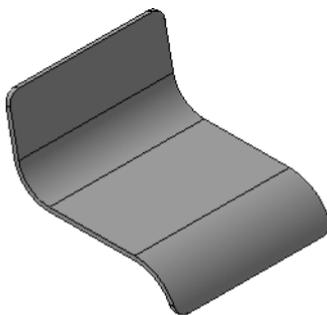
▼ Нажмите кнопку **Создать объект**.



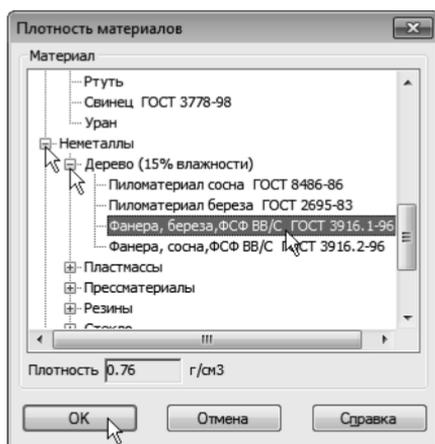
Будет построен кинематический элемент.



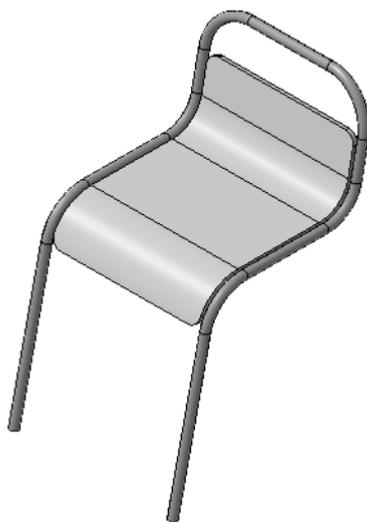
- ▼ Отключите кнопку **Редактировать на месте** на панели **Текущее состояние**.
- ▼ Откройте деталь для редактирования в отдельном окне.
- ▼ Скруглите угловые ребра радиусом *25 мм*.



- ▼ Войдите в режим определения свойств детали, введите ее обозначение *АВВ.02.02* и наименование *Сиденье*.
- ▼ Назначьте детали материал из **Справочника плотностей материалов**.



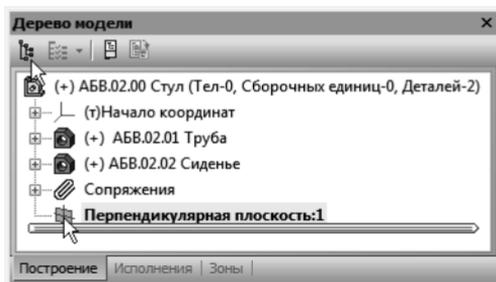
- ▼ Измените цвет детали на светло-оранжевый.
-  ▼ Закройте окно детали с сохранением данных. Система вернется в режим работы со сборкой.



## 12.9. Создание второй Трубы

Для создания второй *Трубы* можно использовать ту же самую плоскость, которая была использована для создания *Сиденья*.

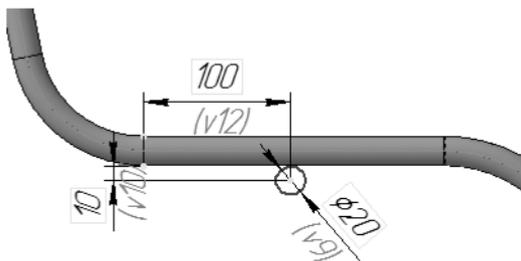
-  ▼ В *Дерево сборки* укажите *Перпендикулярная плоскость:1* и создайте новую деталь.



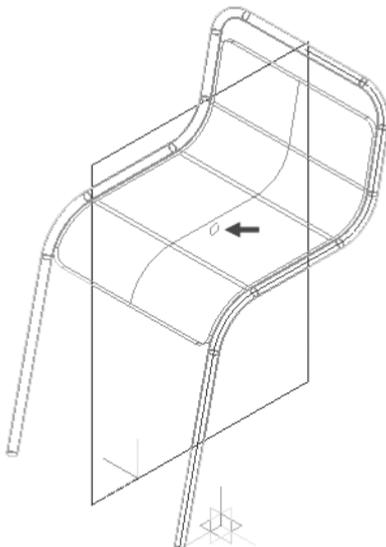
- ▼ Сохраните деталь в папке *Стул* под именем *АБВ.02.03 - Труба*.

### Построение эскиза сечения

- ▼ Чуть ниже горизонтального участка *Трубы* постройте небольшую окружность и проставьте размеры.



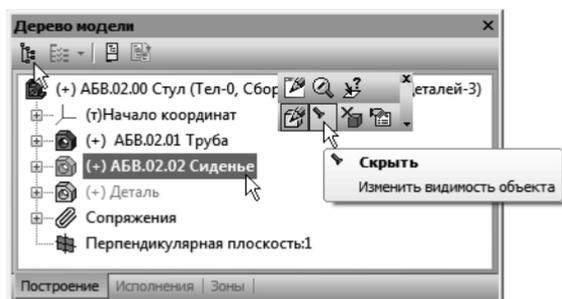
- ▼ Закройте эскиз.



## Построение траектории

Для того чтобы деталь *Сиденье* не мешала построению траектории, деталь можно временно скрыть.

- ▼ В Дереве модели укажите деталь *Сиденье* и нажмите на Контекстной панели кнопку **Скрыть** — деталь будет скрыта в окне сборки.

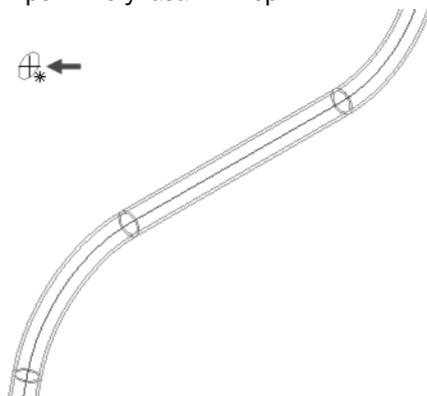


- ▼ Нажмите кнопку **Ломаная** на инструментальной панели **Пространственные кривые**.

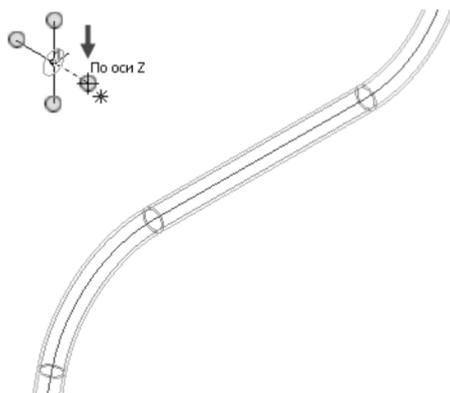


- ▼ Увеличьте масштаб изображения.

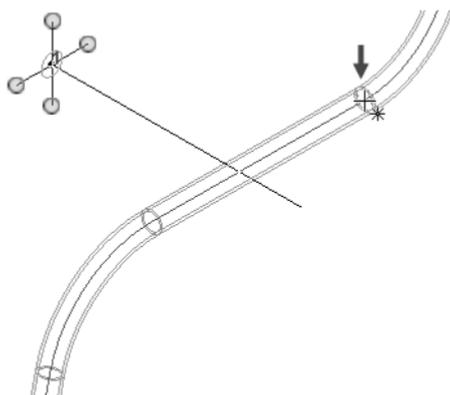
- ▼ В качестве первой вершины ломаной укажите точку в центре эскиза сечения. Курсор должен находиться в режиме указания вершин.



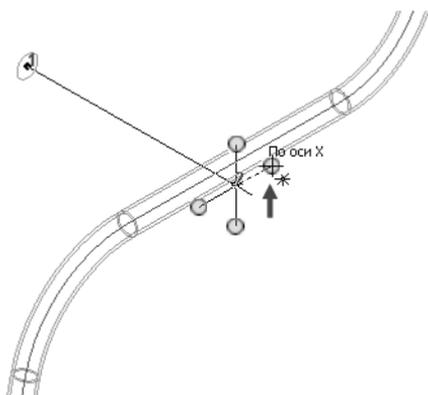
- ▼ Укажите направление построения первого сегмента — **По оси Z**.



- ▼ В качестве второй вершины ломаной укажите вершину траектории первой *Трубы*. Курсор должен находиться в режиме указания вершин.



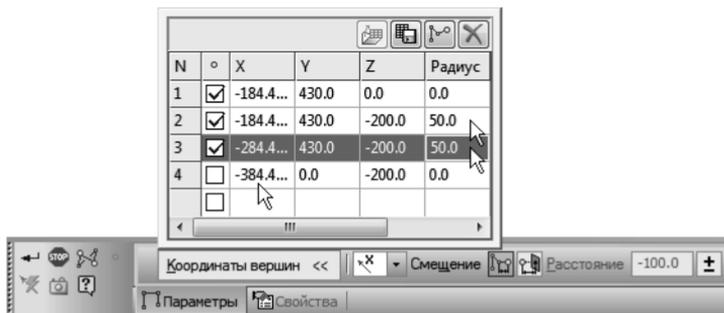
- ▼ Укажите направление второго сегмента — По оси X.



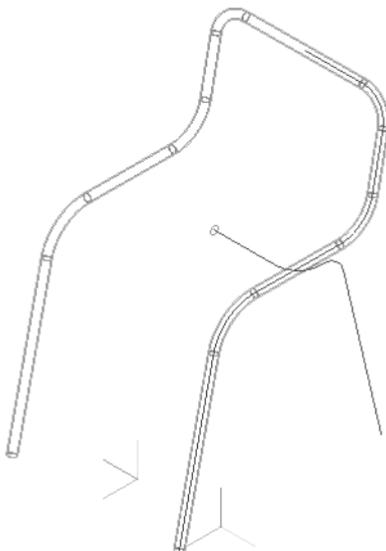
- ▼ В качестве третьей вершины ломаной укажите ту же вершину траектории первой *Трубы*, что и для предыдущей вершины.



- ▼ В ячейку координаты  $X$  вершины №4 введите значение  $-384$  мм. В окне модели вершина переместится в отрицательном направлении оси  $X$  на  $100$  мм.
- ▼ В ячейки **Радиус** для вершин 2 и 3 введите значение  $50$  мм.



- ▼ Нажмите кнопку **Создать объект** — будет построена пространственная ломаная.



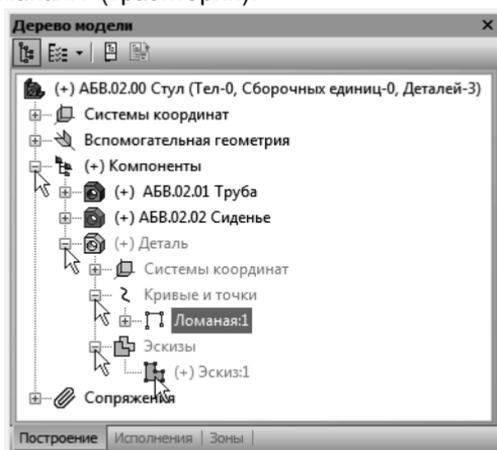
- ▼ Нажмите кнопку **Кинематическая операция** на панели **Редактирование детали**.



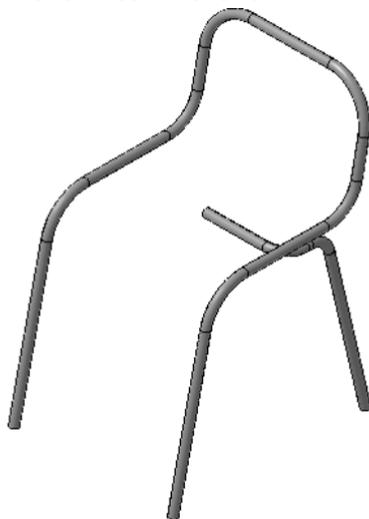
- ▼ В Дереве модели раскройте «ветви» *Компоненты* — *Деталь* — *Эскизы* и укажите *Эскиз:1* (сечение).



- ▼ Затем раскройте «ветвь» *Кривые и точки* и укажите *Ломаная:1* (траектория).

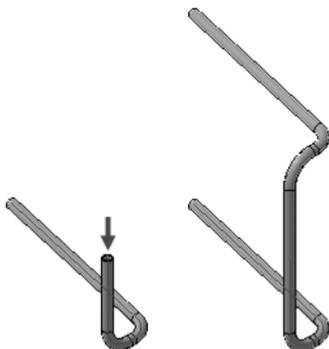


- ▼ На Панели свойств откройте вкладку **Тонкая стенка**.
- ▼ Раскройте список **Направление построения тонкой стенки** и укажите вариант **Внутри**.
- ▼ В поле **Толщина стенки** **2** введите значение **2 мм**.
- ▼ Нажмите кнопку **Создать объект** — будет построен кинематический элемент.

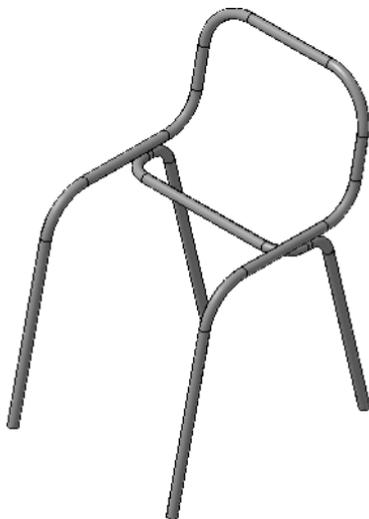


- ▼ Завершите создание детали — отключите индикатор Контекстное редактирование.
- ▼ Ответьте **Да** на запросы системы относительно сохранения изменений в детали.

- ▼ Откройте деталь для редактирования в отдельном окне.
- ▼ Отрадите тело детали относительно плоской кольцевой грани на конце *Трубы*.



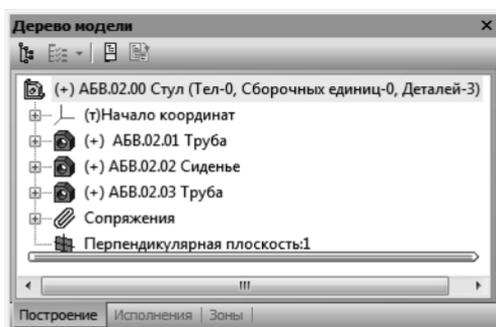
- ▼ Войдите в режим определения свойств детали, введите ее обозначение *АБВ.02.03* и наименование *Труба*.
- ▼ Сохраните деталь на диске и закройте ее окно — вы вернетесь в окно сборки.



- ▼ Включите отображение детали *Сиденье*. Для этого в Дереве модели щелкните правой кнопкой мыши на детали *Сиденье* и выполните из контекстного меню команду **Показать**.



- ▼ Нажмите кнопку **Перестроить** на панели **Вид**. Дерево модели должно выглядеть следующим образом.



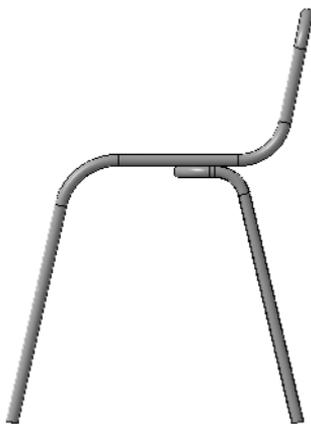
## 12.10. Создание чертежа

Перед созданием чертежа изделия создайте в модели ориентацию, которая должна быть Главным видом на чертеже.

- ▼ Раскройте список стандартных ориентаций и установите ориентацию **Снизу**.



- ▼ Нажмите на клавиатуре клавишу *<Пробел>* и, удерживая ее в нажатом состоянии, дважды нажмите клавишу *<←>*. В окне модель повернется на  $180^\circ$  в плоскости, перпендикулярной плоскости экрана.



- ▼ Сохраните эту ориентацию как пользовательскую под именем **Главный вид**. 
- ▼ Вновь установите ориентацию **Изометрия YZX**. 
- ▼ Нажмите кнопку **Перестроить** на панели **Вид**. 
- ▼ Нажмите кнопку **Сохранить** на панели **Стандартная**. 

### Создание чертежа

- ▼ Создайте новый чертеж формата А3 с горизонтальной ориентацией листа. 
- ▼ Настройте в чертеже параметрический режим (см. раздел *Настройка параметрического режима в ассоциативных чертежах* на с. 185). 

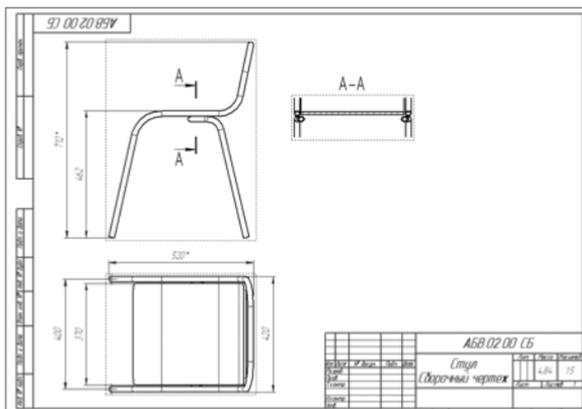
- ▼ Создайте на чертеже **Главный вид** и **вид Сверху** модели *Стул* с масштабом *1:5*.



- ▼ Проставьте основные размеры.



- ▼ Постройте разрез *A–A*.



- ▼ Добавьте к основной надписи чертежа данные о коде и наименовании документа (см. раздел 7.9 на с. 196).

				<i>АБВ.02.00 СБ</i>		
Исполнитель	№ документа	Лист	Дата	<i>Стул</i>		
Проверено				Лист	Масштаб	Материал
Контур				Лист	4,84	15
Исполнитель				Лист	4,84	15
Человек				Лист	4,84	15

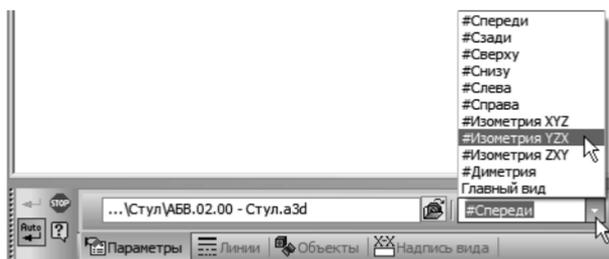
### Создание вида с изометрической проекцией



- ▼ Для создания вида с изометрической проекцией детали нажмите кнопку **Произвольный вид** на панели **Виды**.



- ▼ В качестве ориентации вида укажите **Изометрия YZX**.

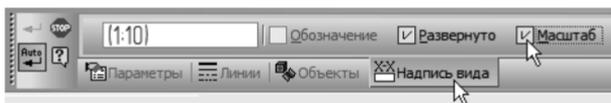


- ▼ Задайте масштаб вида *1:10*.

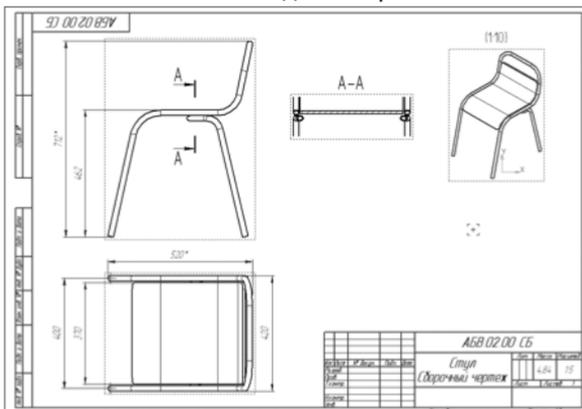


- ▼ Включите режим отображения линий переходов.

- ▼ К надписи, сопровождающей вид, добавьте ссылку на его масштаб.



- ▼ Укажите положение вида на чертеже.



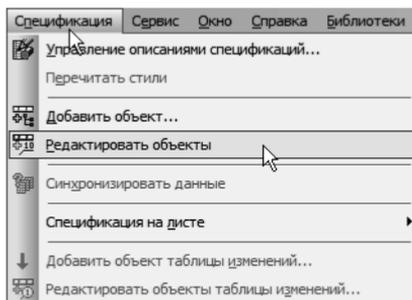
- ▼ Нажмите кнопку **Перестроить** на панели **Вид**.
- ▼ Нажмите кнопку **Сохранить** на панели **Стандар-тная**.



## 12.11. Спецификация на листе чертежа

При создании чертежа по 3D-модели в чертеж автоматически передаются все объекты спецификации, созданные в модели. Убедитесь в этом.

- ▼ Выполните команду **Спецификация — Редактировать объекты**.



На экране откроется окно подчиненного режима спецификации. В таблице показаны все объекты спецификации, имеющиеся в чертеже. Работа с такой таблицей не отличается от работы с отдельным документом—спецификацией.

Код	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
		<i>Детали</i>		
	A5B 02 01	Труба	1	
	A5B 02 02	Сиденье	1	
	A5B 02 03	Труба	1	



Связывать позиционные линии–выноски на чертеже с объектами спецификации можно в окне подчиненного режима спецификации

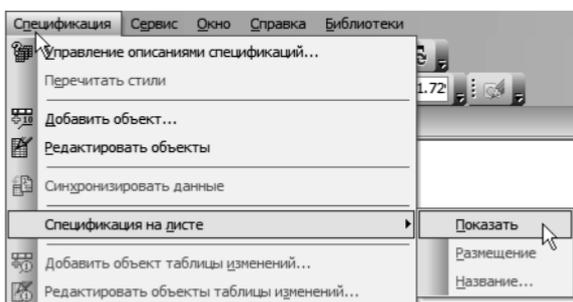


▼ Закройте окно подчиненного режима спецификации.

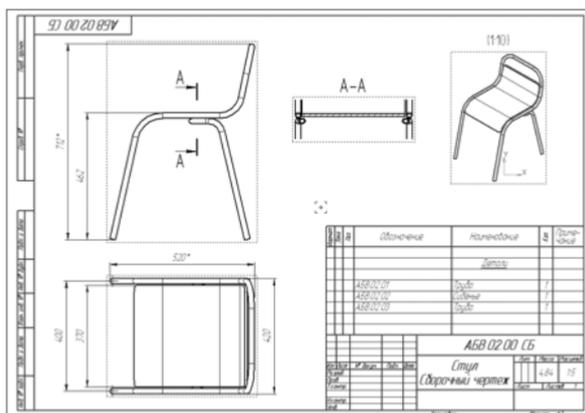


Разместить спецификацию на листе чертежа можно только в том случае, если к чертежу не подключена спецификация текущего стиля.

▼ Выполните команду **Спецификация — Спецификация на листе — Показать**.



Над основной надписью чертежа появится таблица спецификации.



Двойной щелчок мышью по таблице запускает подчиненный режим редактирования объектов спецификации. Все сделанные в нем изменения после закрытия окна этого режима передаются в спецификацию на листе.

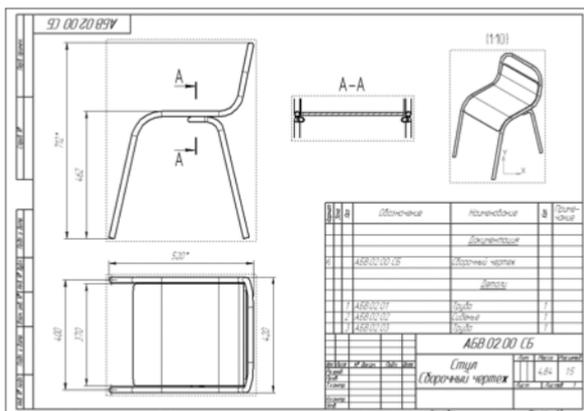


- ▼ Выполните двойной щелчок мышью по таблице. На экране вновь откроется окно подчиненного режима спецификации.
- ▼ Создайте раздел *Документация* (см. раздел 9.7 на с. 226) и подключите к новому объекту этого раздела сборочный чертеж изделия.
- ▼ Откажитесь от резервных строк в каждом из разделов.
- ▼ Нажмите кнопку **Расставить позиции** на панели **Спецификация**.



Уровень	Знач	Лист	Обозначение	Наименование	Кол	Примечание
				<i>Документация</i>		
1			<i>A5B.02.00.05</i>	<i>Сборочный чертеж</i>		
				<i>Детали</i>		
	1		<i>A5B.02.01</i>	<i>Труба</i>	1	
	2		<i>A5B.02.02</i>	<i>Сиденье</i>	1	
	3		<i>A5B.02.03</i>	<i>Труба</i>	1	

- ▼ Закройте окно подчиненного режима спецификации.



- ▼ Закройте окна всех документов с сохранением данных.

## Урок № 13. Построение элементов по сечениям

В этом уроке на примере детали *Молоток* показано создание твердого тела с использованием элемента по сечениям.

**Элемент по сечениям** — это бобышка или вырез, созданные путем соединения нескольких поперечных сечений (см. с. 28).

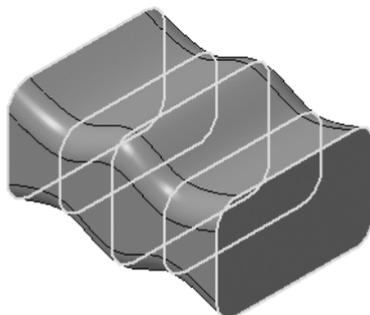


### В этом уроке рассматривается

- ▼ Создание смещенных плоскостей.
- ▼ Создание эскиза сечений.
- ▼ Использование буфера обмена.
- ▼ Создание основания. Элемент по сечениям.
- ▼ Построение паза. Библиотека эскизов.
- ▼ Элемент по сечениям с осевой линией.
- ▼ Добавление третьего элемента.
- ▼ Завершение построения модели.

### 13.1. Создание смещенных плоскостей

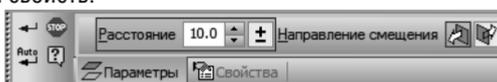
За основание модели примем ее центральный участок. Он будет создан на основе пяти эскизов. Для их размещения потребуется пять плоскостей. В качестве первой из них можно использовать системную *Плоскость ZY*. Нужно построить четыре вспомогательные плоскости.



- ▼ Создайте новую деталь, сохраните ее на диске под именем *Молоток*, установите ориентацию **Изометрия XYZ**.
- ▼ Нажмите кнопку **Смещенная плоскость** на инструментальной панели **Вспомогательная геометрия**.
- ▼ В Дереве модели укажите элемент *Плоскость ZY* (профильная плоскость).



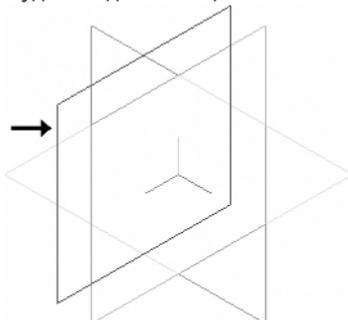
Обратите внимание на значение *10 мм* в поле **Расстояние** на Панели свойств.



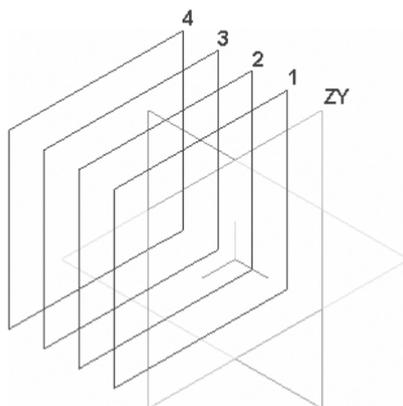
- ▼ Нажмите кнопку **Создать объект** на Панели специального управления.



В окне модели будет создана смещенная плоскость.



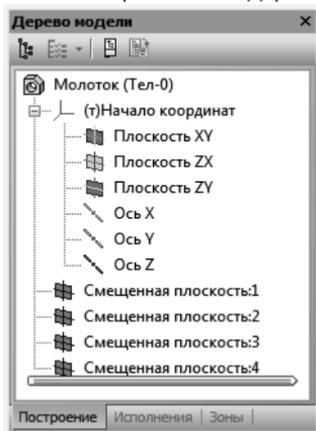
- ▼ Создайте дополнительно три смещенные плоскости на расстояниях *20*, *30* и *40 мм* от *Плоскости ZY*. Каждый раз указывайте плоскость, вводите значение смещения и нажимайте кнопку **Создать объект**.





- ▼ После создания последней плоскости нажмите кнопку **Прервать команду**.

Смещенные плоскости отображаются в Дереве модели.



## 13.2. Создание эскиза сечений

Все сечения, на основе которых будет создано твердое тело, представляют собой прямоугольник со скругленными углами. Изменяться будут только его размеры. Поэтому нужно правильно создать один контур. Остальные эскизы можно получить копированием.



- ▼ Создайте новый эскиз на *Плоскости ZY*.



- ▼ Постройте прямоугольник произвольных размеров.



- ▼ Нажмите кнопку **Скругление** на панели **Геометрия**.



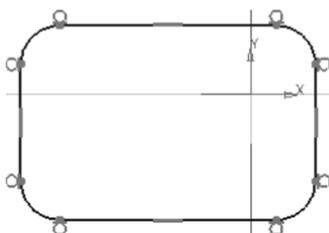
- ▼ В поле **Радиус** на Панели свойств введите значение **4 мм**.



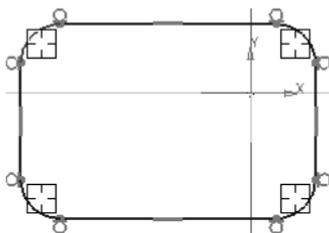
- ▼ Нажмите кнопку **Не создавать условное пересечение** в группе **Условное пересечение** на Панели свойств.



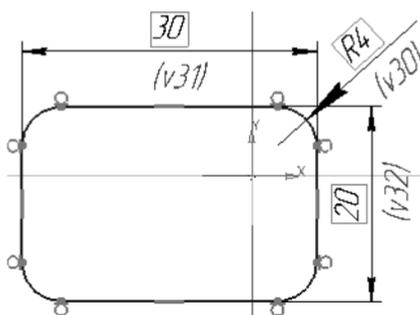
- ▼ Скруглите вершины прямоугольника, попарно указывая примыкающие к ним отрезки.



- ▼ Нажмите кнопку **Равенство радиусов** на панели **Параметризация**.
- ▼ Укажите курсором любую из дуг и нажмите кнопку **Запомнить состояние** на Панели специального управления.
- ▼ Укажите курсором оставшиеся три дуги.



- ▼ Проставьте размеры и присвойте им значения, показанные на рисунке. Начните с простановки радиального размера.

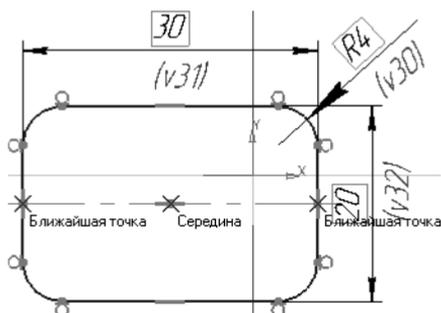


- ▼ Нажмите кнопку **Осевая линия по двум точкам** на панели **Обозначения**.
- ▼ С помощью привязки **Ближайшая точка** постройте горизонтальную осевую линию.

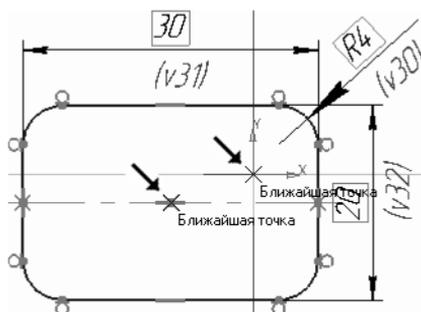




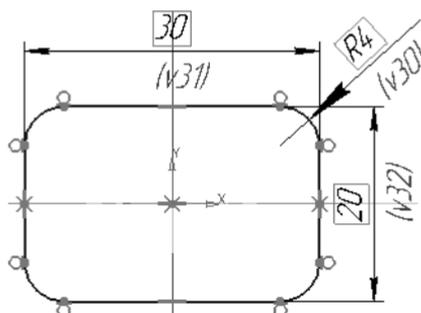
- ▼ С помощью команды **Точка** постройте точку на середине осевой линии.



- ▼ Нажмите кнопку **Объединить точки** на панели **Параметризация**.
- ▼ Укажите точку на середине осевой линии и точку начала координат эскиза.



Центр прямоугольника переместится в точку начала координат эскиза.



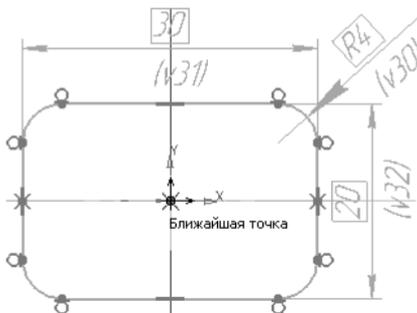
- ▼ Нажмите кнопку **Прервать команду**.

### 13.3. Использование буфера обмена

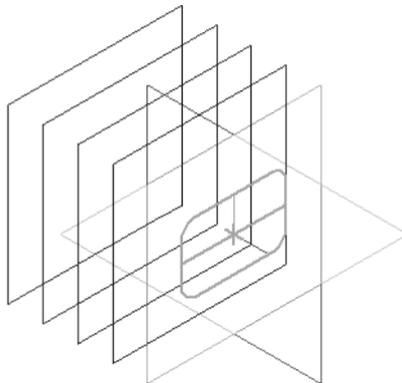
Копию контура можно поместить в буфер обмена, откуда его можно вставить в другие эскизы.

**Буфер обмена** представляет собой системный файл на жестком диске компьютера, в который можно временно поместить (скопировать или вырезать) геометрические и любые другие объекты (размеры, тексты и т.д.) из одного документа (чертежа, фрагмента, эскиза), а затем вставить эти объекты в нужную точку другого документа.

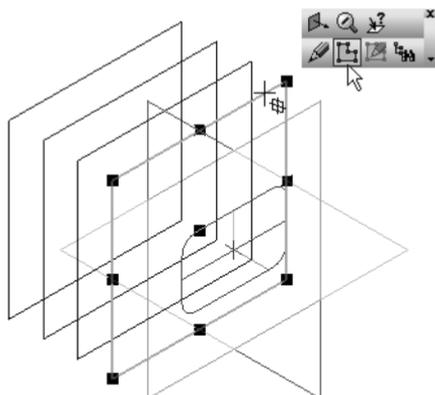
- ▼ Вызовите команду **Редактор — Выделить все** или выполните клавиатурную команду  $\langle \text{Ctrl} \rangle + \langle \text{A} \rangle$ .
- ▼ Нажмите кнопку **Копировать** на панели **Стандартная**.
- ▼ Укажите точку начала координат эскиза в качестве базовой точки копирования.



- ▼ Закройте эскиз. В окне модели появится его изображение.

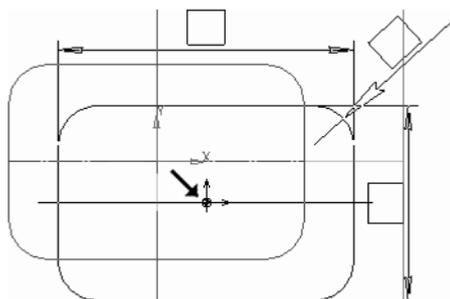


- ▼ Создайте новый эскиз на *Смещенной плоскости:1*.

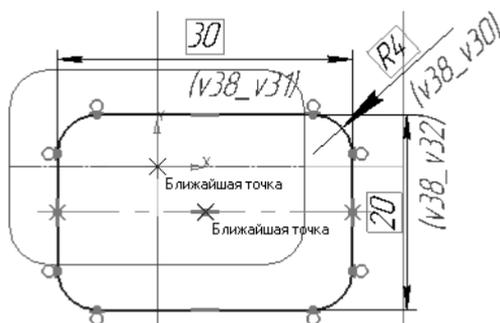


- ▼ Нажмите кнопку **Вставить** на панели **Стандартная**.

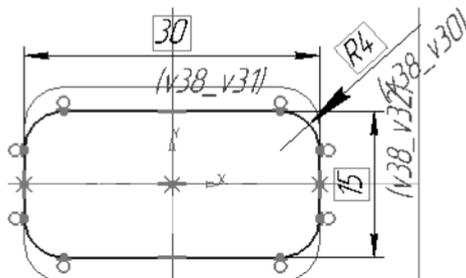
- ▼ Укажите положение базовой точки рядом с точкой начала координат эскиза.



- ▼ С помощью команды **Объединить точки** на панели **Параметризация** совместите точку на середине осевой линии и точку начала координат эскиза.

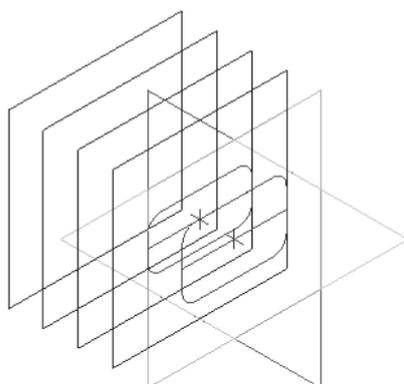


- ▼ Вертикальному размеру присвойте значение **15 мм**.



- ▼ Закройте эскиз.

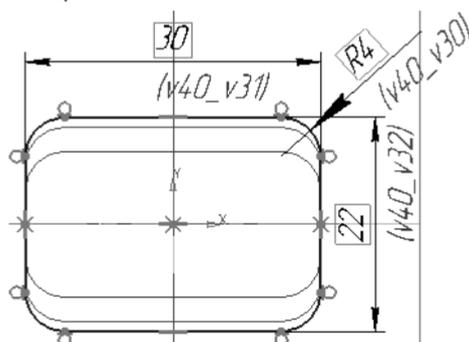
В окне модели появится его изображение.



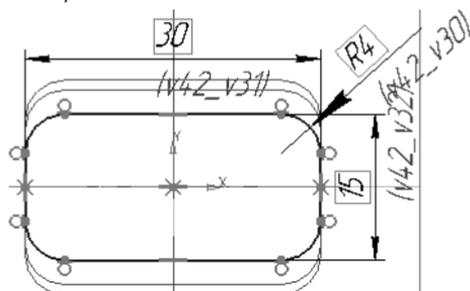
### 13.4. Создание эскизов сечений

- ▼ Таким же образом постройте остальные сечения.

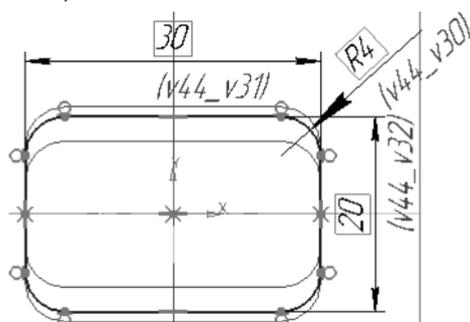
Эскиз на *Смещенной плоскости*:2.



Эскиз на Смещенной плоскости:3.



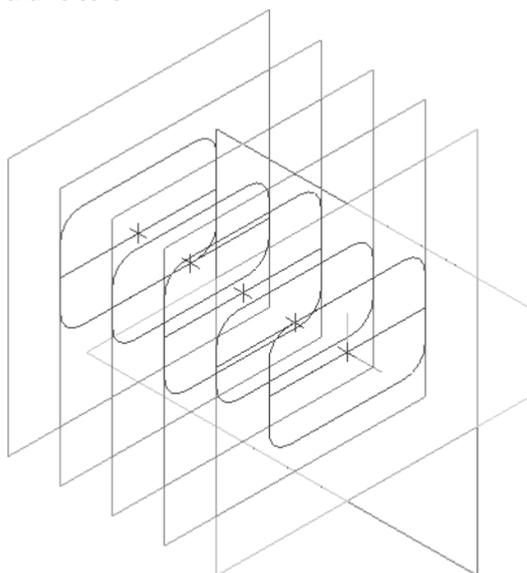
Эскиз на Смещенной плоскости:4.



## 13.5. Создание основания.

### Элемент по сечениям

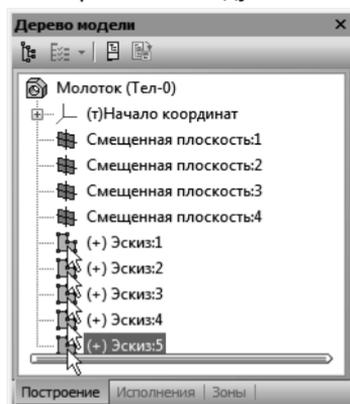
После того как созданы все эскизы, можно выполнить построение тела по сечениям.



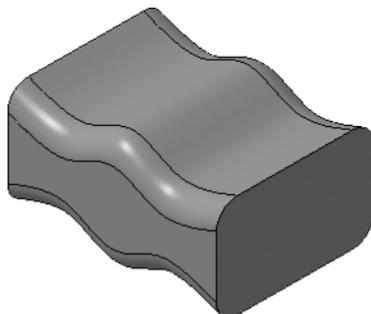
- ▼ Нажмите кнопку **Операция по сечениям** на панели **Редактирование детали**.



- ▼ В дереве модели последовательно укажите эскизы с первого по пятый. Сечения следует указывать в том порядке, в котором они следуют в элементе.



- ▼ Нажмите кнопку **Создать объект**.



Здесь и далее вспомогательные плоскости условно не показаны.



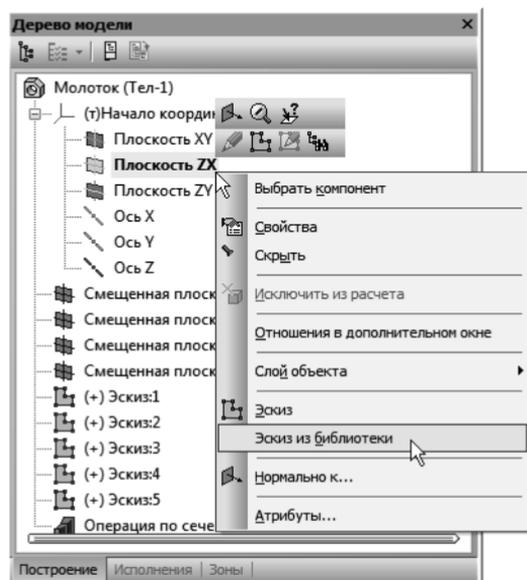
## 13.6. Построение паза.

### Библиотека эскизов

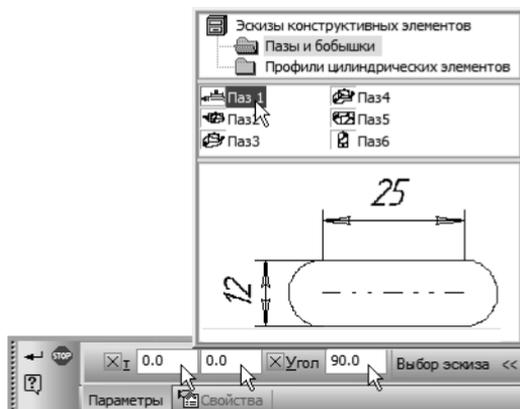
В основании нужно выполнить паз для рукоятки.

Для создания типовых контуров можно воспользоваться **Библиотекой эскизов**.

- ▼ В Дереве модели щелкните правой кнопкой мыши на *Плоскости ZX* и вызовите из контекстного меню команду **Эскиз из библиотеки**.

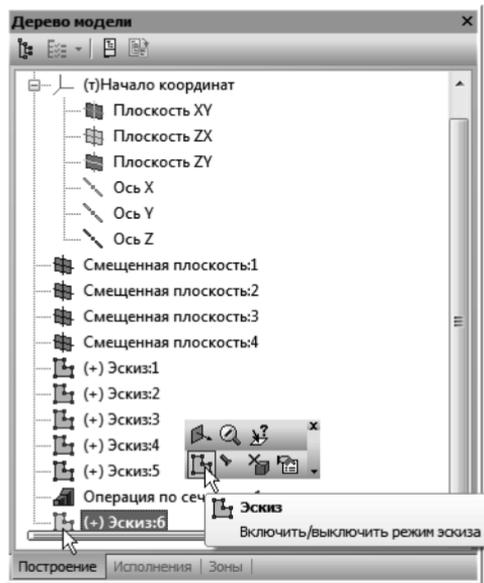


- ▼ В Дереве библиотеки откройте папку **Пазы и бобышки**.
- ▼ В списке элементов укажите **Паз 1**. В окне предварительного просмотра будет показан его контур.



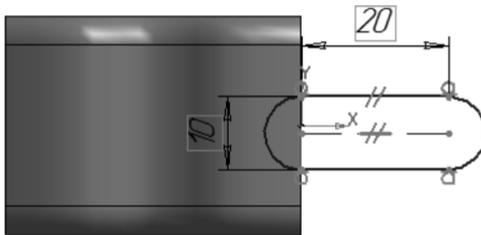
- ▼ Нажмите кнопку **Создать объект**.  
В Дереве модели появится новый *Эскиз:6*. Нужно изменить размеры и положение контура в эскизе.

- ▼ Для редактирования эскиза укажите его в Дереве модели и нажмите на Контекстной панели кнопку **Эскиз**.

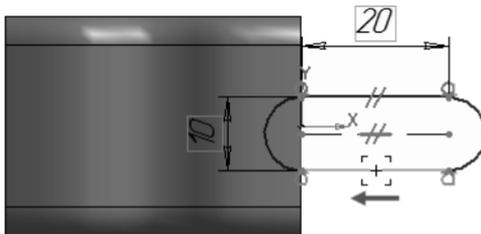


Эскиз представляет собой параметрический контур с размерами. По умолчанию базовая точка контура размещается в точке начала координат эскиза.

- ▼ Измените значения размеров, как это показано на рисунке.



- ▼ Захватите мышью любой из объектов контура и перетащите его влево на основание детали.

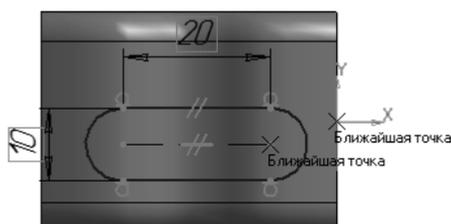




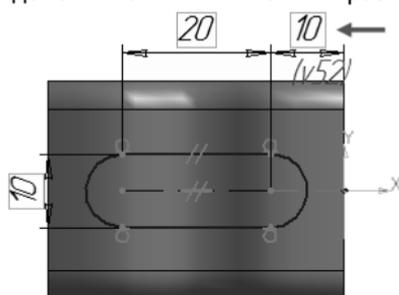
- ▼ Нажмите кнопку **Выровнять точки по горизонтали на панели Параметризация**.



- ▼ С помощью привязки **Ближайшая точка** укажите точку начала координат эскиза и точку центра дуги.



- ▼ Для определения положения контура в эскизе проставьте дополнительный линейный размер **10 мм**.



- ▼ Закройте эскиз.

Эскиз расположен внутри детали, поэтому удаление материала нужно выполнять в обоих направлениях: вниз и вверх.



- ▼ Нажмите кнопку **Вырезать выдавливанием** на панели **Редактирование детали**.



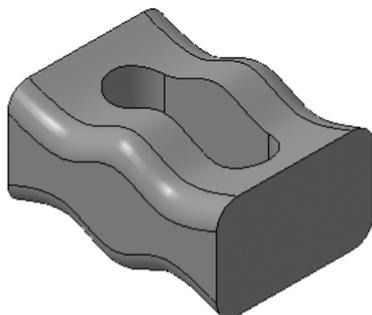
- ▼ На Панели свойств, в поле **Направление**, установите вариант **Два направления**.



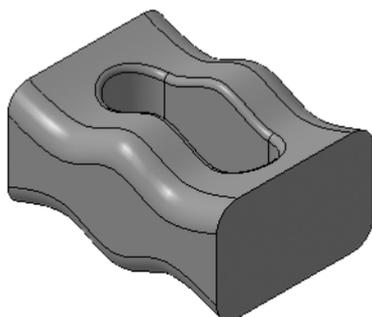
- ▼ Для прямого и обратного направлений установите способ построения **Через все**.



- ▼ Нажмите кнопку **Создать объект**.

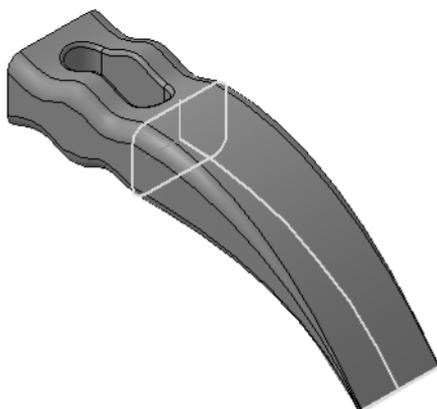


- ▼ Скруглите края паза радиусом  $1\text{ мм}$ . Для этого укажите по одному ребру с каждой стороны.



### 13.7. Элемент по сечениям с осевой линией

Теперь нужно построить часть детали, которая плавно сужается от основания к правому краю. Этот участок детали будет построен как элемент по сечениям с осевой линией. Для его создания потребуется три эскиза: два из них будут определять начальную и конечную форму элемента, а третий — его траекторию.



#### Первый эскиз элемента

Первый эскиз, который будет определять исходную форму элемента, должен повторять форму смежной грани основания. Его не нужно создавать заново. При создании нового элемента можно указывать эскизы, которые ранее использовались в других операциях. В данном случае это *Эскиз:1* в Дереве модели.



## Построение осевой линии

- ▼ Создайте новый эскиз на *Плоскости XY* (фронтальная плоскость).



- ▼ Нажмите кнопку **Горизонтальная прямая** на Расширенной панели команд построения вспомогательных прямых и постройте горизонтальную линию, проходящую через точку начала координат эскиза.



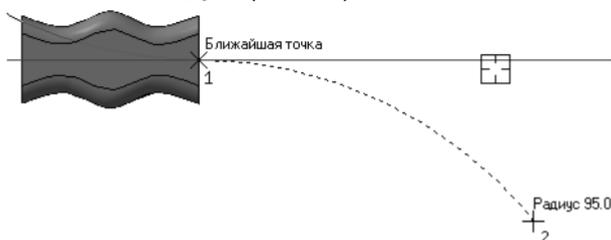
- ▼ Нажмите кнопку **Дуга, касательная к кривой** на Расширенной панели команд построения дуг инструментальной панели **Геометрия**.



- ▼ Укажите мишенью на горизонтальную линию в любой ее точке.

- ▼ С помощью привязки **Ближайшая точка** укажите начальной точку дуги в точке начала координат (точка 1).

- ▼ Затем укажите «на глаз» примерное положение конечной точки дуги (точка 2).



- ▼ Система предложит два варианта касательной дуги. Нужный вариант показан пунктирной линией. Сделайте его текущим щелчком мыши.

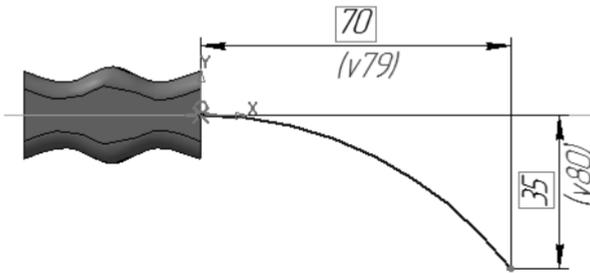


- ▼ Нажмите кнопку **Создать объект** — дуга построена.

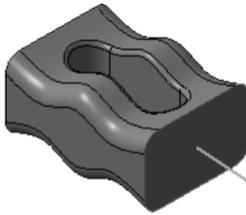


- ▼ Откажитесь от создания второго варианта нажатием на кнопку **Прервать команду**.

- ▼ Для определения геометрии дуги проставьте размеры.



- ▼ Закройте эскиз.

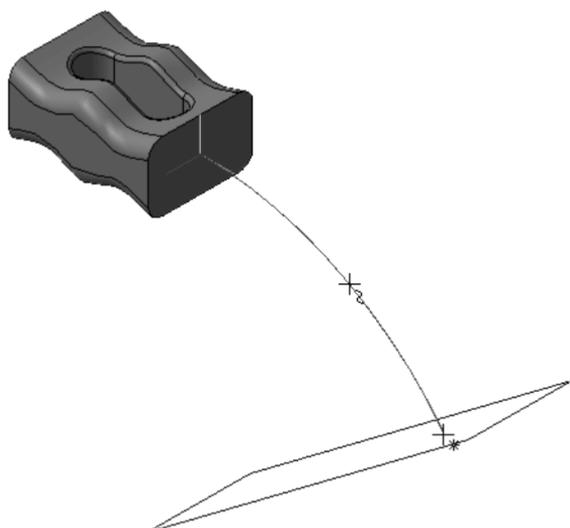


### Конечный эскиз элемента

Последний эскиз должен определять форму и размеры заостренного края детали. Вначале нужно создать вспомогательную плоскость для его размещения.

- ▼ Нажмите кнопку **Плоскость через вершину перпендикулярно ребру** на Расширенной панели команд построения вспомогательных плоскостей инструментальной панели **Вспомогательная геометрия**.
- ▼ Укажите дугу, нормально которой должна пройти вспомогательная плоскость.
- ▼ В качестве вершины, через которую должна пройти перпендикулярная плоскость, укажите конечную точку дуги.





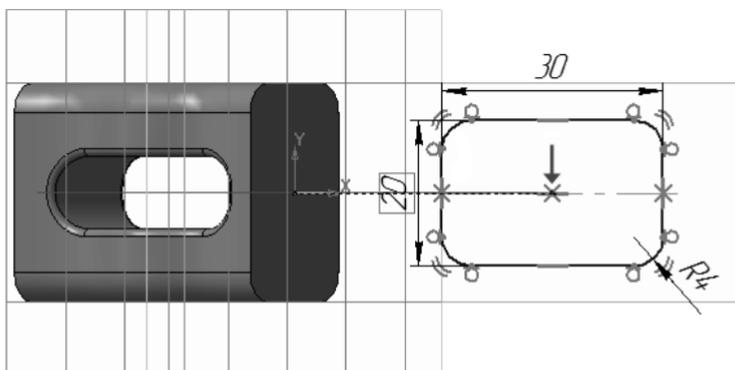
▼ Нажмите кнопку **Прервать команду**.



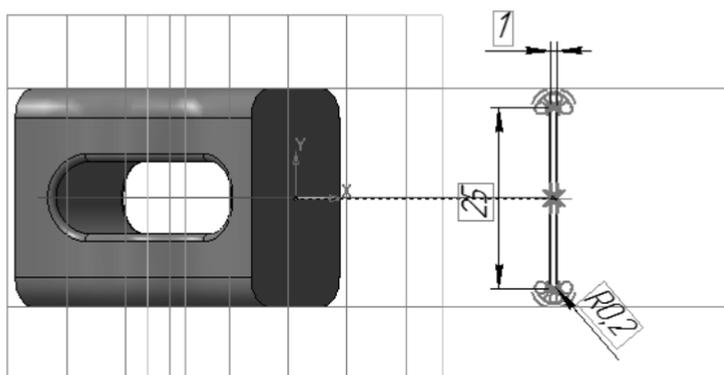
▼ Создайте эскиз на *Перпендикулярной плоскости:1*.



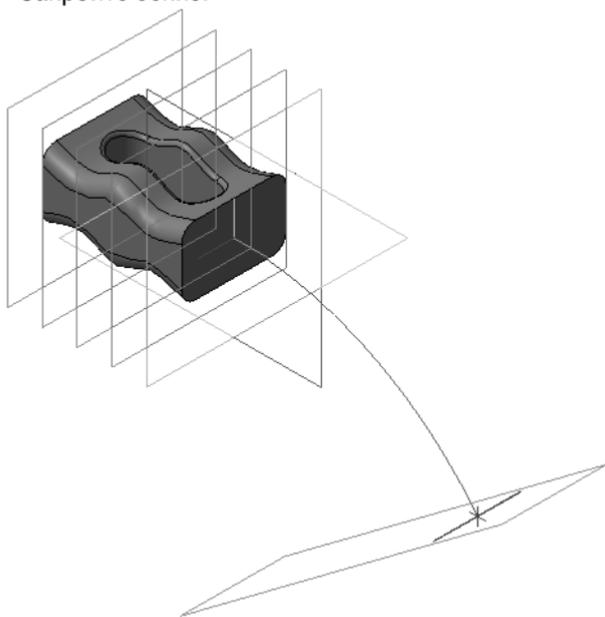
▼ Вставьте из буфера обмена созданный ранее параметрический контур и обеспечьте размещение его центра в конечной точке дуги (показано стрелкой).



▼ Измените значения размеров, как это показано на рисунке. Начните с изменения значения радиального размера.



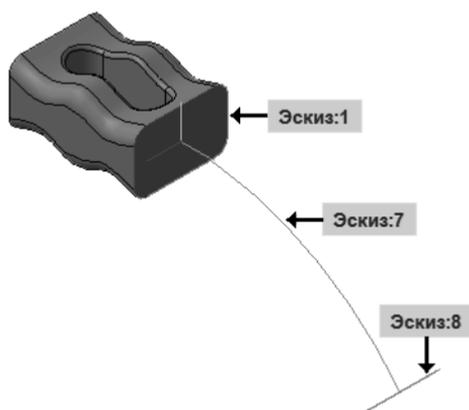
▼ Закройте эскиз.



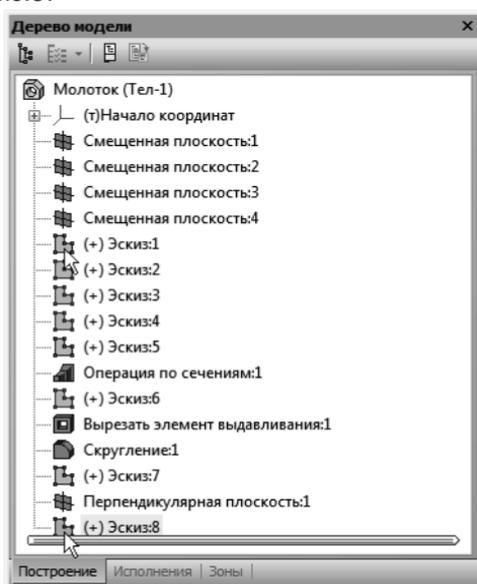
### Построение элемента

В модели есть три эскиза: *Эскиз:1*, в котором находится контур, который будет определять начальную форму нового элемента;

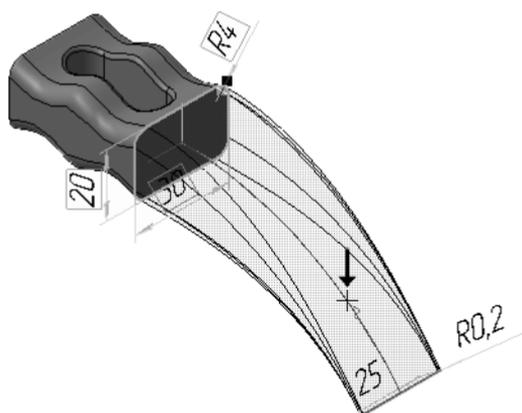
*Эскиз:8* с узким прямоугольником — его конечную форму; дуга в *Эскизе:7* будет выполнять роль осевой линии.



- ▼ Нажмите кнопку **Операция по сечениям** на панели **Редактирование детали**.
- ▼ В Дереве модели укажите сечения — *Эскиз:1* и *Эскиз:8*.



- ▼ Нажмите кнопку **Осевая линия** на Панели свойств.
- ▼ Укажите осевую линию: либо *Эскиз:7* в Дереве модели, либо дугу в окне модели.



- ▼ Нажмите кнопку **Создать объект**.



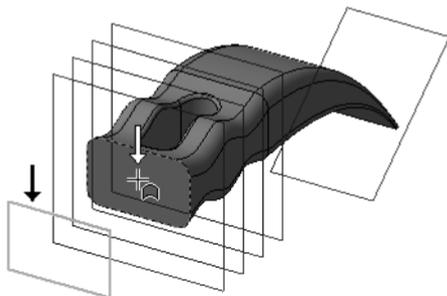
### 13.8. Добавление третьего элемента

- ▼ Нажмите кнопку **Смещенная плоскость** на инструментальной панели **Вспомогательная геометрия**.
- ▼ Укажите грань основания (белая стрелка).
- ▼ В поле **Расстояние** на Панели свойств введите значение *40 мм*.
- ▼ Нажмите кнопку **Создать объект** — будет построена вспомогательная плоскость (черная стрелка).





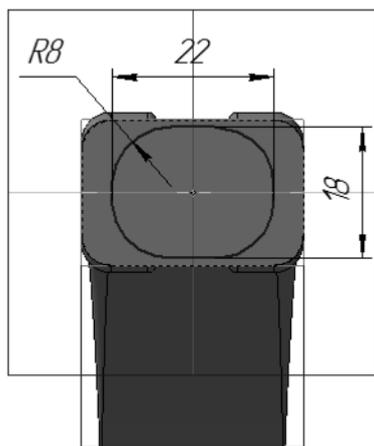
- ▼ Нажмите кнопку **Прервать команду**.



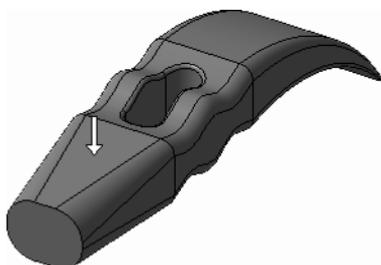
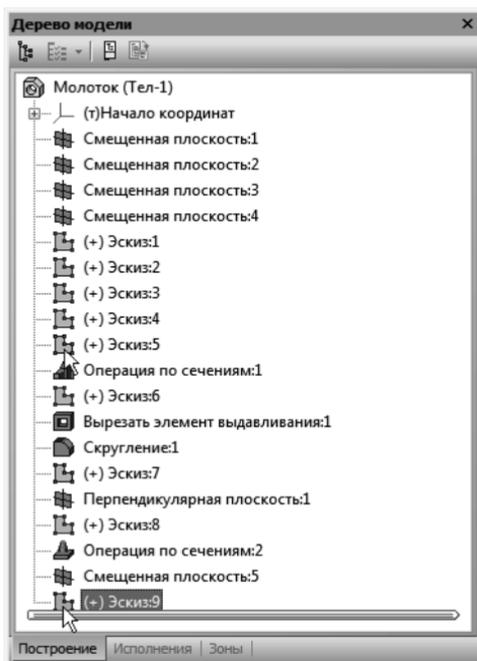
- ▼ Создайте новый эскиз на *Смещенной плоскости:5*.



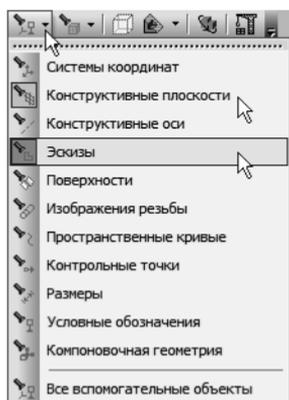
- ▼ Вставьте из буфера обмена созданный ранее контур, обеспечьте размещение его центра в точке начала координат эскиза и установите новые значения размеров.



- ▼ Закройте эскиз
- ▼ Создайте третий элемент по сечениям на основе двух эскизов: нового *Эскиза:9* и созданного ранее *Эскиза:5*.



- ▼ На панели **Вид** нажмите кнопку списка справа от кнопки **Скрыть все объекты** и отключите отображение конструктивных плоскостей и эскизов.



## 13.9. Завершение построения модели



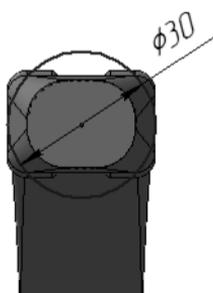
- ▼ Укажите грань и создайте эскиз.



- ▼ Постройте окружность с центром в точке начала координат.



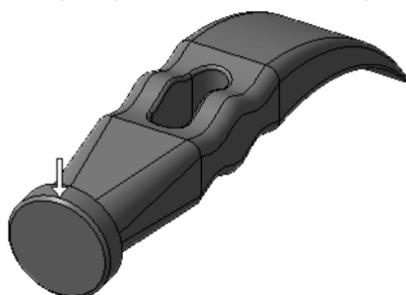
- ▼ Проставьте диаметральный размер.



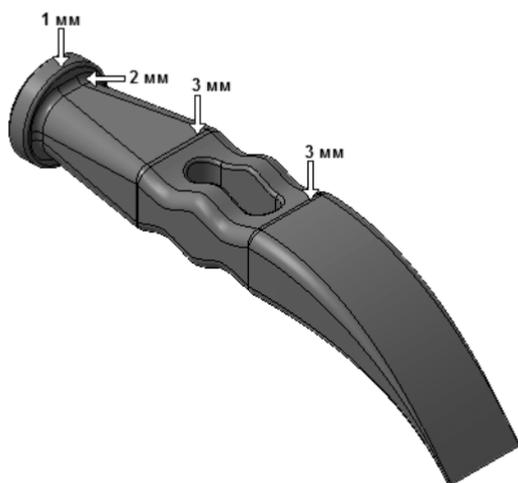
- ▼ Выдавите эскиз в прямом направлении на 7 мм.



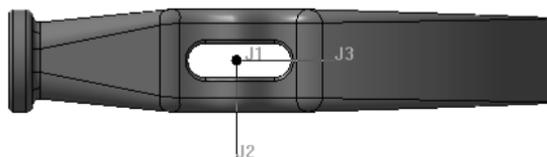
- ▼ Постройте фаску длиной 1 мм и под углом 45°.



- ▼ Постройте скругления, показанные на рисунке.



- ▼ Определите массу детали и положение ее центра тяжести.

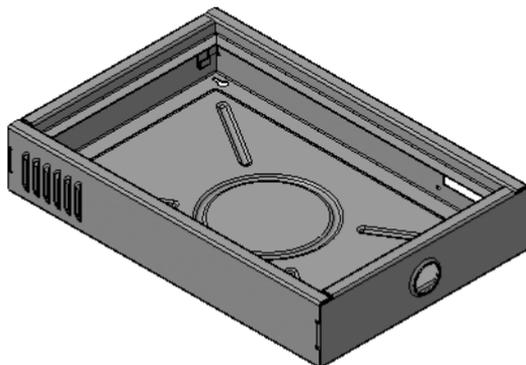


- ▼ Нажмите кнопку **Перестроить** на панели **Вид**.
- ▼ Нажмите кнопку **Сохранить** на панели **Стандартная**.
- ▼ Закройте окно документа.



## Урок № 14. Моделирование листовых деталей

В этом уроке на примере детали *Корпус* показано построение детали из листового материала.



Деталь будет построена таким образом, что ее длину, ширину и высоту можно менять в весьма широких пределах, получая корпуса различных размеров. Деталь должна перестраиваться корректно, без нарушения связей между элементами.

### В этом уроке рассматривается

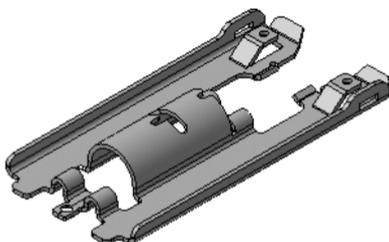
- ▼ Листовое тело и листовая деталь.
- ▼ Предварительная настройка листового тела.
- ▼ Создание листового тела.
- ▼ Сгибы по эскизу.
- ▼ Сгибы по ребру. Смещение, размещение, освобождение сгибов.
- ▼ Сгибы в подсечках.
- ▼ Управление углом сгибов.
- ▼ Добавление сгибов с отступами.
- ▼ Управление боковыми сторонами сгибов.
- ▼ Построение вырезов. Плоская параметрическая симметрия.
- ▼ Создание штамповок.
- ▼ Создание буртиков.
- ▼ Создание жалюзи.
- ▼ Создание пазов для крепления.
- ▼ Отображение детали в развернутом виде.
- ▼ Создание чертежа с развернутым видом.

## 14.1. Листовое тело и листовая деталь

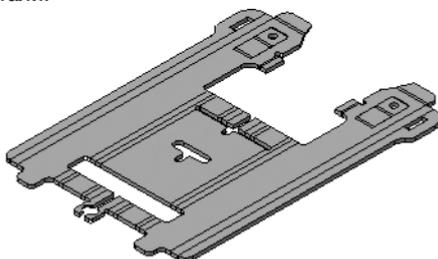
Команды, позволяющие моделировать детали из листового материала методом гибки, расположены на панели **Элементы листового тела**.



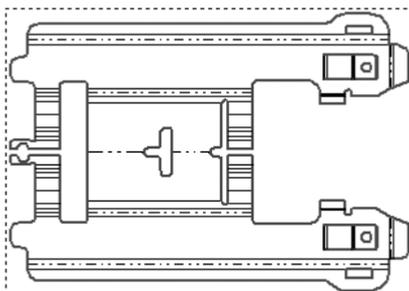
Создание листовой детали начинается с создания **листвого тела**. Листовое тело может быть построено на основе разомкнутого или замкнутого эскиза. Затем к листовому телу добавляются элементы листового тела: сгибы, пластины, отверстия, вырезы — формируется **листовая деталь**. Листовую деталь можно дополнять обычными формообразующими элементами.



Главной особенностью листовой детали является наличие в ней **сгибов**. Сгибы можно разгибать, получая развернутый вид листовой детали.

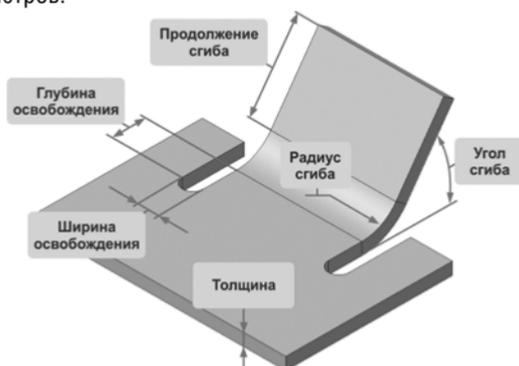


Ассоциативные чертежи, кроме обычных видов, могут включать в себя развернутый вид детали.



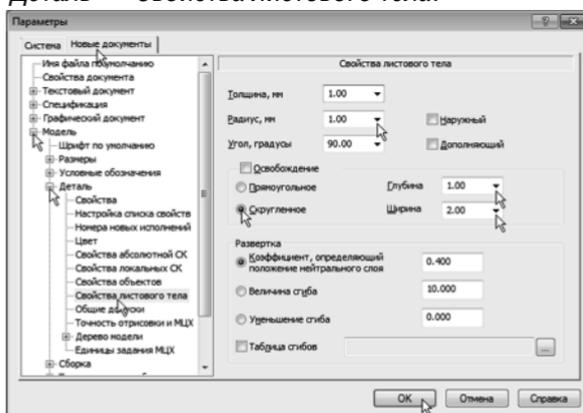
## 14.2. Предварительная настройка листового тела

Листовая деталь и ее сгибы обладают определенным набором параметров.



Предварительная настройка этих параметров может несколько упростить моделирование.

- ▼ Выполните команду **Сервис — Параметры — Новые документы**.
- ▼ В окне **Параметры** откройте «ветви» **Модель — Деталь — Свойства листового тела**.



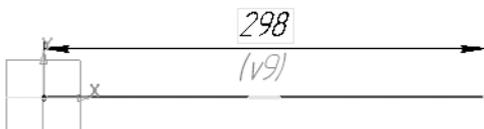
- ▼ Все сгибы детали будут иметь радиус **1 мм**. Введите это значение в поле **Радиус**.

Некоторые сгибы будут иметь освобождение. **Освобождение сгиба** — пазы в листовом теле, расположенные по краям сгиба.

- ▼ Определите форму освобождений — вариант **Скругленное**, задайте глубину — **1 мм** и ширину — **2 мм**.
- ▼ Остальные параметры оставьте без изменений. Нажмите кнопку **ОК**.

### 14.3. Создание листового тела

- ▼ Создайте новую деталь. 
- ▼ Установите ориентацию **Изометрия XYZ**.
- ▼ Войдите в режим определения свойств детали, введите ее обозначение *АБВ.013* и наименование *Корпус*.
- ▼ Сохраните деталь на диске. 
- ▼ Создайте эскиз на *Плоскости XY* (фронтальной плоскости). 
- ▼ На панели **Глобальные привязки** отключите привязку **Выравнивание**, включите привязку **Угловая**. 
- ▼ Из точки начала координат постройте горизонтальный отрезок. 
- ▼ Проставьте к отрезку линейный размер и присвойте ему значение *298 мм*. Этот размер будет определять длину детали. 



- ▼ Закройте эскиз. 
- ▼ Нажмите кнопку **Листовое тело** на панели **Элементы листового тела**. 
- ▼ На Панели свойств раскройте список **Направление** и укажите вариант **Средняя плоскость**. 
- ▼ В поле **Расстояние 1** введите значение *198 мм*. Этот параметр будет определять ширину детали. 

Обратите внимание на включенную по умолчанию кнопку **Направу**. Она определяет направление для толщины детали. 

- ▼ Убедитесь, что поле **Толщина** содержит значение *1 мм*. Этот параметр определяет толщину стальной полосы, из которой изготавливается деталь.
- ▼ Убедитесь, что поле **Радиус сгиба** содержит значение *1 мм*.
- ▼ Остальные параметры оставьте без изменения.

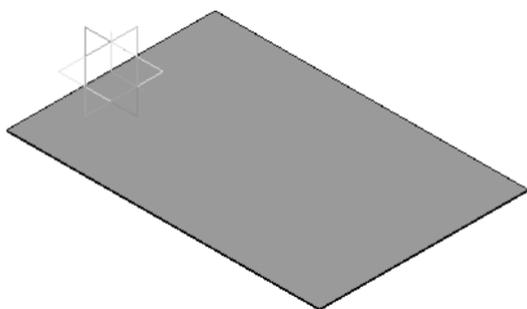
Обратите внимание на значение в поле **Коэффициент**. Он определяет положение нейтрального слоя и используется при расчетах **длин разверток сгибов**.

В КОМПАС-3D доступны четыре способа определения длин разверток сгибов:

- ▼ задание коэффициента положения нейтрального слоя,
- ▼ задание величины сгиба,
- ▼ задание уменьшения сгиба,
- ▼ использование таблиц сгибов.



- ▼ Нажмите кнопку **Создать объект** — в окне модели будет построено листовое тело.

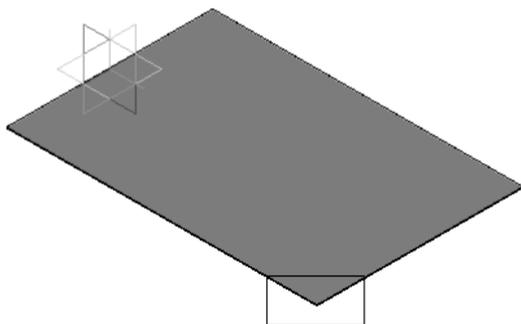


## 14.4. Сгибы по эскизу

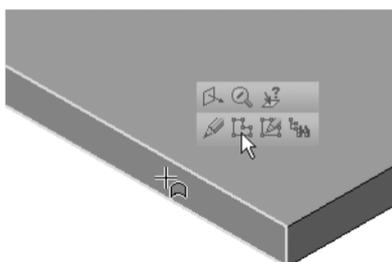


Вертикальные стенки *Корпуса* можно построить с помощью команды **Сгиб по эскизу**, позволяющей создать один или несколько сгибов, профиль которых повторяет контур в эскизе.

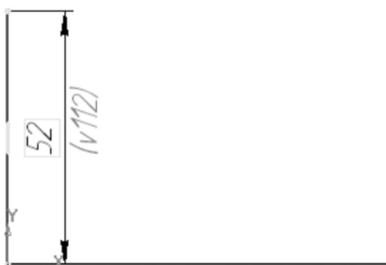
- ▼ Значительно увеличьте угол детали.



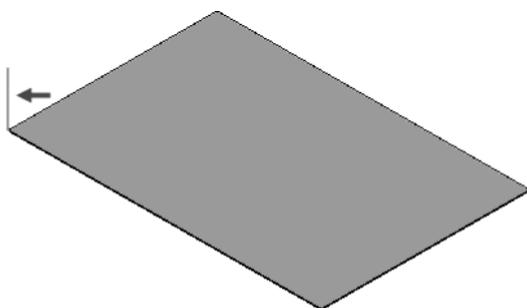
- ▼ Укажите узкую торцевую грань листового тела и создайте на ней эскиз.



- ▼ Из точки начала координат постройте в эскизе вертикальный отрезок и проставьте к нему размер 52 мм. Этот размер будет определять высоту детали.



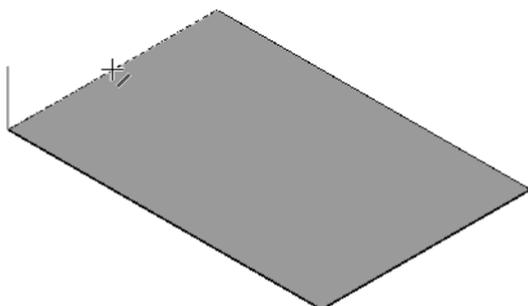
- ▼ Закройте эскиз и отобразите модель целиком.



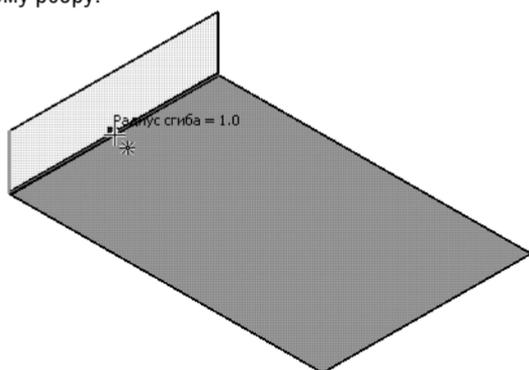
- ▼ Нажмите кнопку **Сгиб по эскизу** на панели **Элементы листового тела**.



- ▼ Укажите ребро, на котором нужно создать сгиб.



Будет показан фантом сгиба, распространенный по всему указанному ребру.



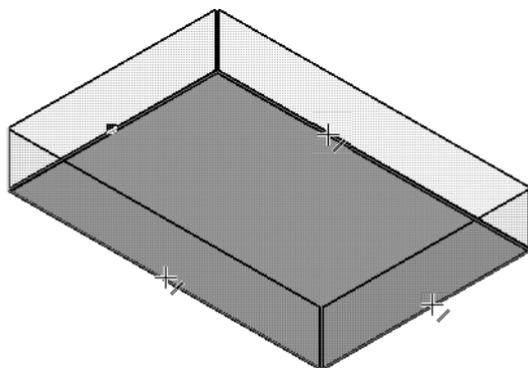
▼ На Панели свойств нажмите кнопку **Последовательность ребер** в группе **Способ**.

Это позволит создать сгибы сразу на нескольких ребрах.



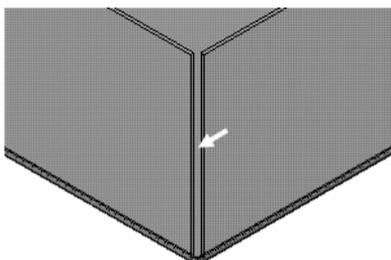
▼ Укажите остальные три ребра.

По мере указания ребер система будет строить фантомы сгибов.



▼ Увеличьте масштаб отображения.

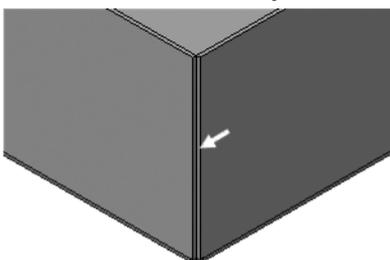
Свободное пространство в углах детали можно закрыть, закрыв смежные сгибы.



- ▼ Откройте вкладку **Замыкание углов** на Панели свойств. Включите кнопку **Замыкание смежных углов**.



- ▼ Нажмите кнопку **Создать объект** — будут построены сгибы с замыканием углов.



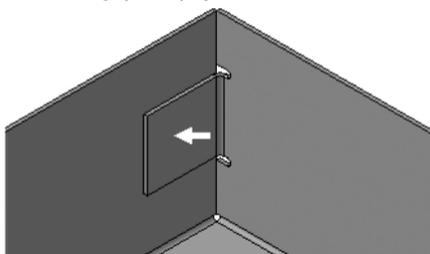
- ▼ Нажмите кнопку **Прервать команду**.



## 14.5. Сгибы по ребру. Смещение, размещение, освобождение сгибов

### Управление размещением и смещением сгибов

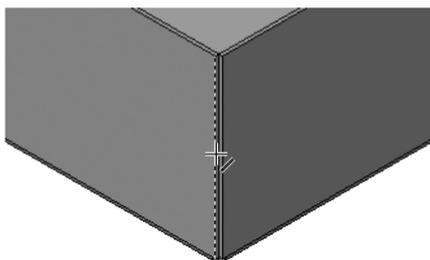
Для придания конструкции большей жесткости на длинных боковых стенках нужно создать небольшие сгибы так, чтобы они были размещены внутри *Корпуса*.



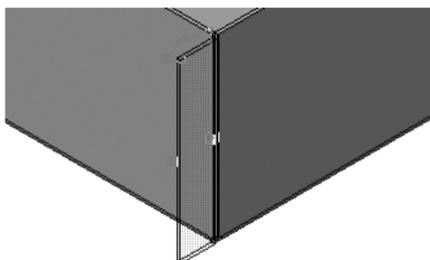
- ▼ Нажмите кнопку **Сгиб** на панели **Элементы листового тела**.



- ▼ Увеличьте масштаб. Укажите вертикальное ребро на длинной стенке.

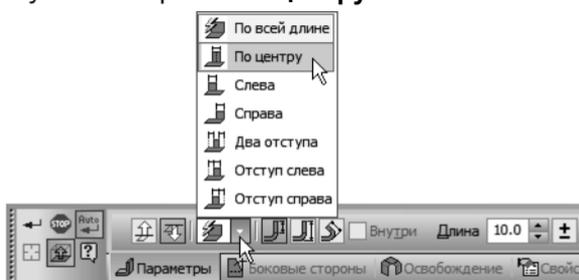


Будет показан фантом сгиба с параметрами по умолчанию.

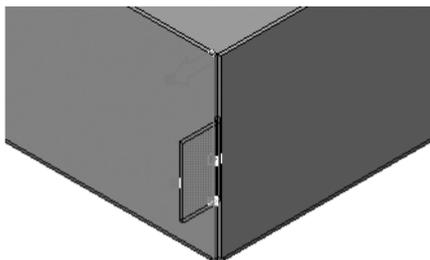


Сейчас сгиб занимает все ребро. Можно настроить сгиб так, чтобы он занимал только часть ребра и располагался в его определенном месте. Этот параметр называется **Размещение сгиба**.

- ▼ На Панели свойств откройте список **Размещение** и укажите вариант **По центру**.



- ▼ В поле **Ширина сгиба** введите значение *20 мм*.

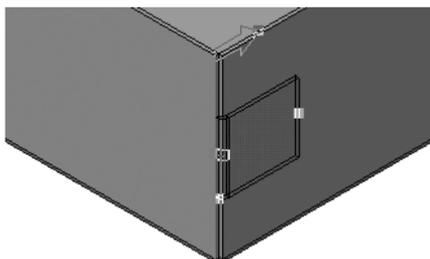


- ▼ Нажмите кнопку **Обратное направление**, чтобы направить сгиб вправо.

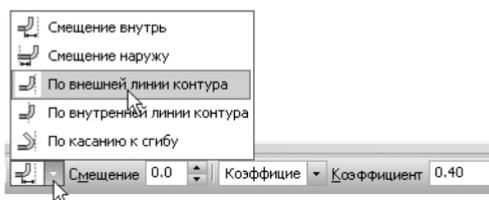
К сгибу можно добавить плоский участок, который называется **Продолжение сгиба**.

▼ В поле **Длина сгиба** введите значение *20 мм*.

Сейчас сгиб выступает за контур детали на величину радиуса. Можно управлять положением сгиба относительно ребра. Этот параметр называется **Смещение сгиба**.



▼ Откройте список **Смещение** и укажите вариант **По внешней линии контура**.



После этого сгиб будет смещен и расположен на внутренней грани детали. Для предотвращения деформации или разрыва материала необходимо создать пазы по обеим сторонам сгиба.

▼ На Панели свойств откройте вкладку **Освобождение**.

▼ Нажмите кнопку **Освобождение сгиба**.



▼ Убедитесь, что кнопка **Скругленное** в группе **Тип** находится во включенном состоянии, поле **Глубина** имеет значение *1 мм*, а поле **Ширина** — значение *2 мм*.



Эти параметры были заданы при настройке листового тела в новых деталях.

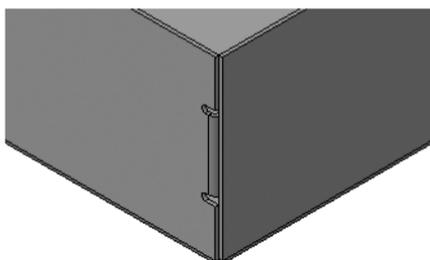


▼ Нажмите кнопку **Создать объект**.

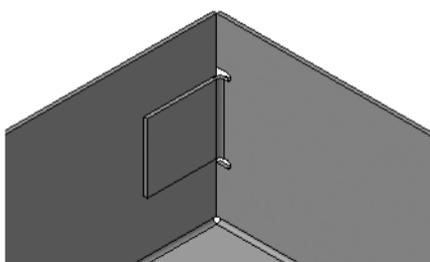




- ▼ Нажмите кнопку **Прервать команду**.



- ▼ Не прерывая команду, разверните деталь так, чтобы посмотреть на сгиб изнутри. Убедитесь, что он был построен правильно.



- ▼ Постройте такие же сгибы в остальных трех углах детали.



При построении очередного сгиба система автоматически предлагает повторить параметры предыдущего — просто указывайте ребра и создавайте сгибы. Вводить какие-либо параметры не нужно. Старайтесь создавать в первую очередь серии сгибов с одинаковыми параметрами.

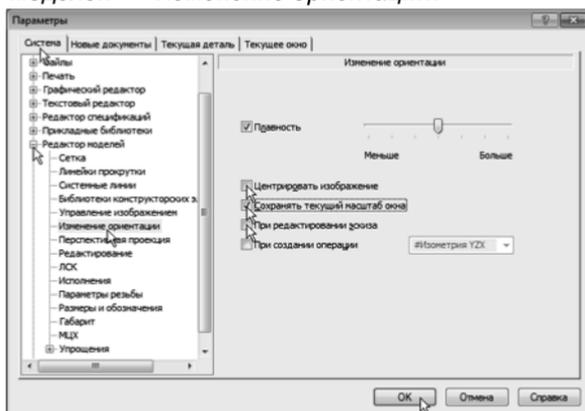
---

## 14.6. Сгибы в подсечках

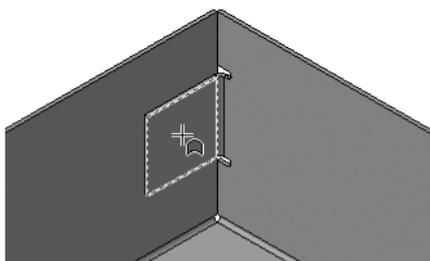
На построенных сгибах нужно создать дополнительные сгибы для фиксации панелей, размещаемых внутри *Корпуса*. При создании эскиза система автоматически меняет ориентацию и масштаб изображения. Для дальнейшей работы удобнее отключить эти функции.

- ▼ Вызовите команду **Сервис — Параметры — Система**.

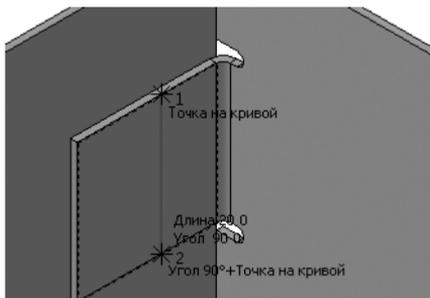
- ▼ В окне **Параметры** откройте «ветви» *Редактор моделей — Изменение ориентации*.



- ▼ Отключите опции **Центрировать изображение** и **При редактировании эскиза**.
- ▼ Включите опцию **Сохранять текущий масштаб окна** и нажмите **ОК**.
- ▼ Увеличьте масштаб изображения, укажите грань и создайте эскиз.

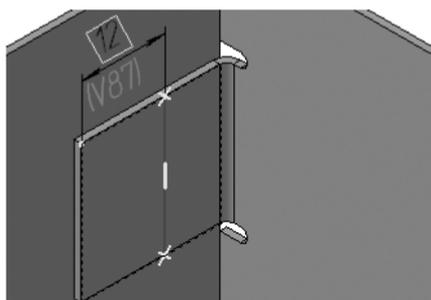


- ▼ Постройте на грани вертикальный отрезок.





- ▼ Проставьте к отрезку линейный размер и присвойте ему значение *12 мм*.



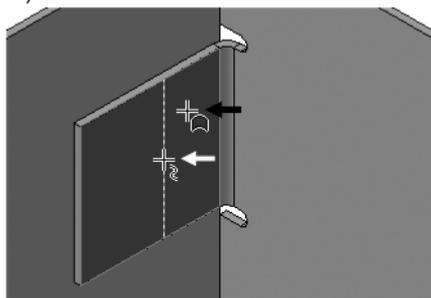
- ▼ Закройте эскиз.



- ▼ Нажмите кнопку **Подсечка** на панели **Элементы листового тела**.



- ▼ Укажите грань (черная стрелка) и отрезок (белая стрелка).



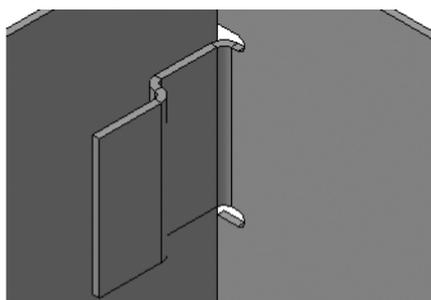
- Обратите внимание на то, что на Панели свойств включена кнопка **Прямое направление** (в группе **Направление построения**) и кнопка **Сторона 1** (в группе **Неподвижная сторона**).



- ▼ В поле **Расстояние** введите значение *3 мм* — этот параметр определяет высоту подсечки.
- ▼ Убедитесь, что фантом элемента сформирован правильно.



- ▼ Нажмите кнопку **Создать объект**.

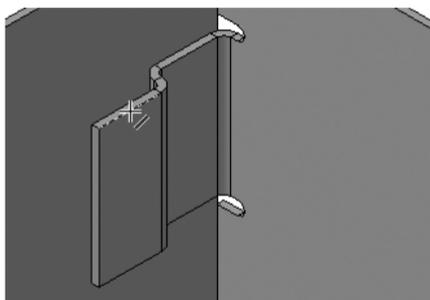


- ▼ Постройте такие же подсечки в остальных трех углах детали.

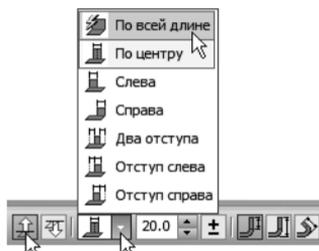
## 14.7. Управление углом сгибов

Все построенные сгибы имеют одинаковый угол сгиба  $90^\circ$  — это значение по умолчанию. При необходимости можно задать другое значение угла.

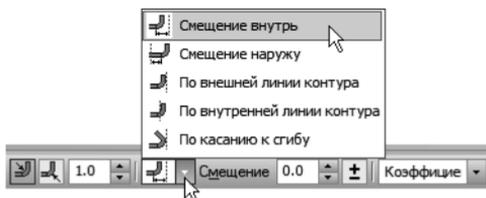
- ▼ Нажмите кнопку **Сгиб** на панели **Элементы листового тела**.
- ▼ Укажите ребро на подсечке.



- ▼ Нажмите кнопку **Прямое направление** на Панели свойств, чтобы направить сгиб внутрь детали.
- ▼ На Панели свойств откройте список **Размещение** и укажите вариант **По всей длине**.



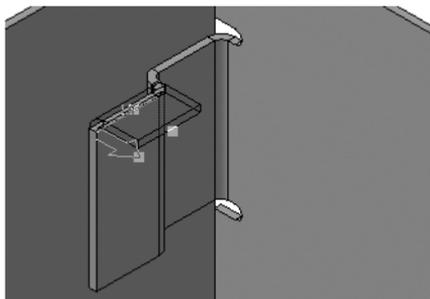
- ▼ Откройте список **Смещение** и укажите вариант **Смещение внутрь**.





Определенное значение смещению задавать нет необходимости, оно останется равным нулю. Поэтому можно установить любой тип смещения внутрь или наружу.

Будет показан фантом сгиба с углом  $90^\circ$ .

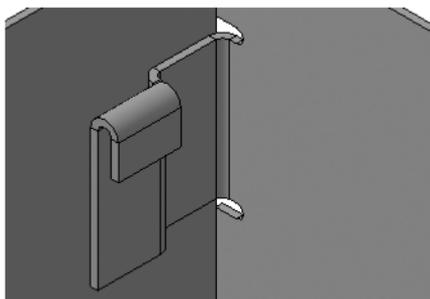


▼ В поле **Длина** введите значение длины сгиба *5 мм*.

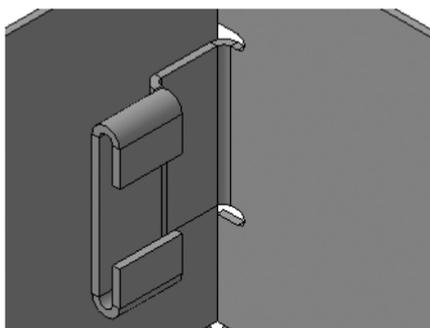
▼ В поле **Угол** введите значение угла сгиба  *$180^\circ$* .



▼ Нажмите кнопку **Создать объект**.



▼ Постройте такой же сгиб на нижнем ребре подсечки.

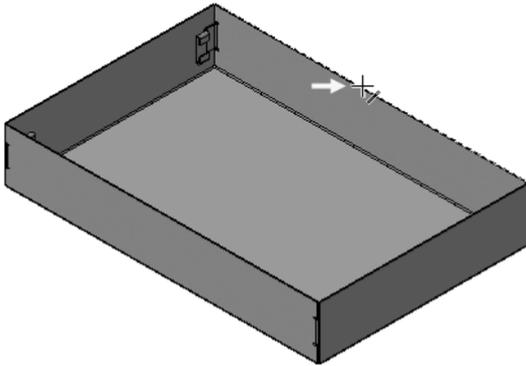


▼ Постройте такие же сгибы на остальных подсечках.

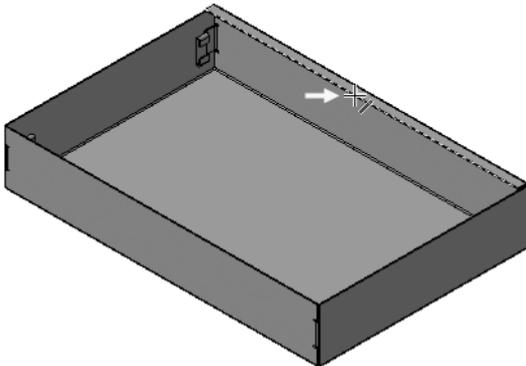
## 14.8. Добавление сгибов с отступами

На длинных стенках корпуса нужно построить два сгиба с одинаковыми параметрами, направленные внутрь детали.

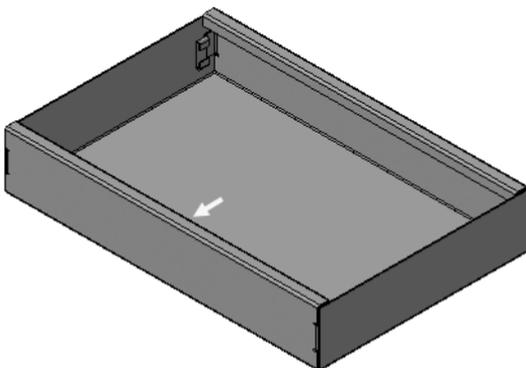
- ▼ Укажите ребро и создайте сгиб длиной 8 мм под углом  $90^\circ$ , направленный внутрь Корпуса.



- ▼ Укажите ребро на новом сгибе и создайте еще один сгиб с теми же параметрами.

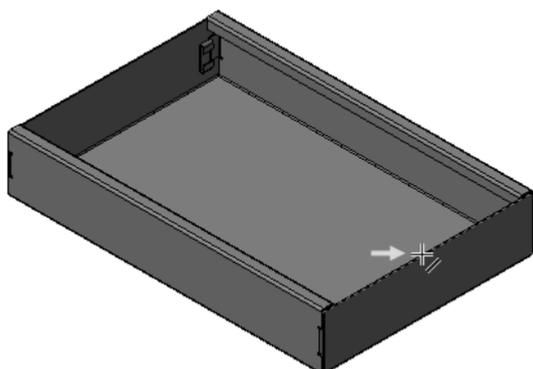


- ▼ Создайте такие же сгибы на противоположной стенке.



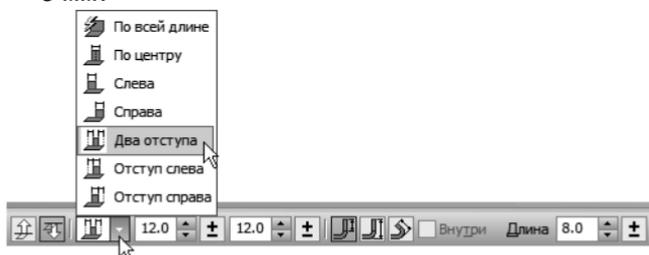
Сгибы на коротких стенках нужно создать таким образом, чтобы избежать столкновение металла со сгибами на длинных сторонах.

- ▼ Укажите ребро.

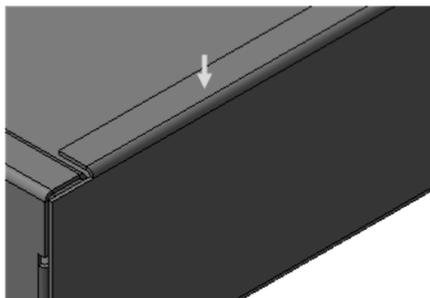


- ▼ На Панели свойств откройте список **Размещение** и укажите вариант **Два отступа**.

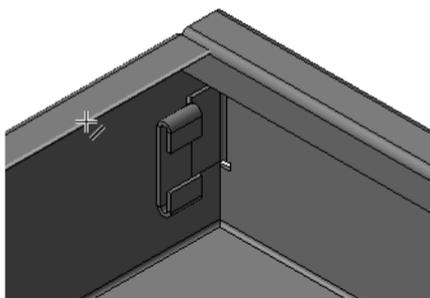
- ▼ В поля **Отступ слева** и **Отступ справа** введите значение *12 мм*. В поле **Длина** введите значение *8 мм*.



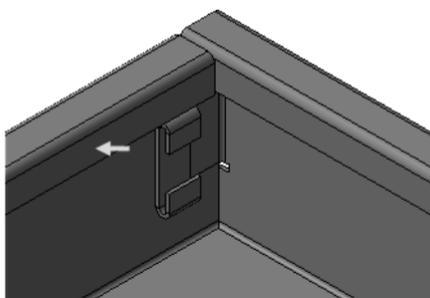
- ▼ Нажмите кнопку **Создать объект**.



- ▼ Постройте такой же сгиб на противоположной стенке.
- ▼ Затем укажите ребро на построенном сгибе.



- ▼ Создайте новый сгиб, размещенный по всей длине ребра, с продолжением 8 мм, направленный внутрь детали.



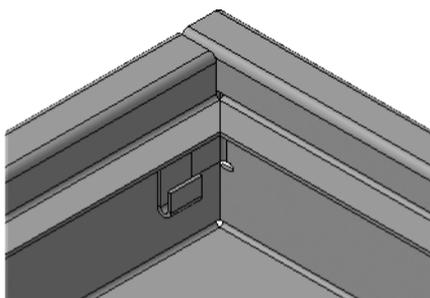
- ▼ Постройте такой же сгиб на противоположной стенке.
- ▼ Нажмите кнопку **Прервать команду**.



## 14.9. Управление боковыми сторонами сгибов

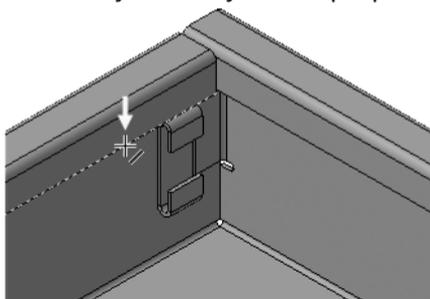
### Управление углом уклона боковых сторон

К детали нужно добавить четыре горизонтальных сгиба так, чтобы они образовали непрерывную площадку. Для того чтобы соседние сгибы не пересекались друг с другом, их боковые грани нужно наклонить на 45°.

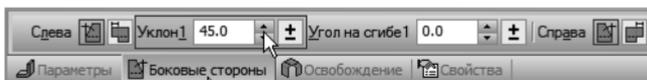




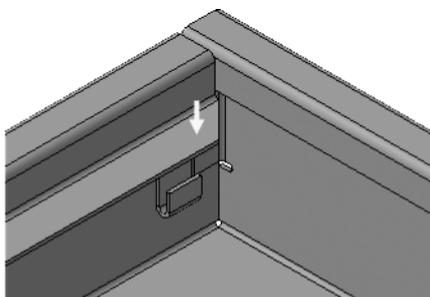
- ▼ Нажмите кнопку **Сгиб** и укажите ребро.



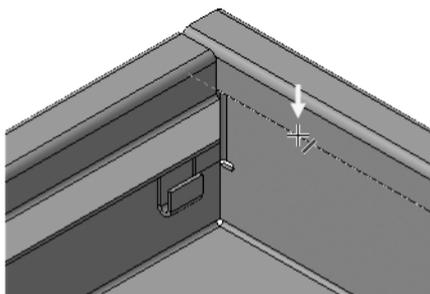
- ▼ Направьте сгиб внутрь детали, разместите его по всей длине ребра, задайте длину *8 мм*.
- ▼ Откройте вкладку **Боковые стороны** на Панели свойств.
- ▼ В группах **Слева** и **Справа** введите значение  $45^\circ$  в поля **Уклон 1** и **Уклон 2**.



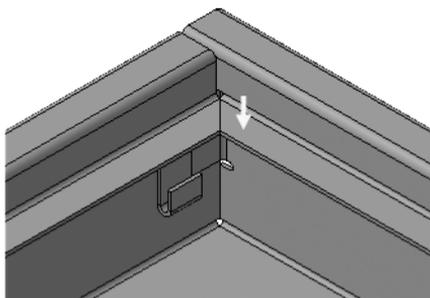
- ▼ Нажмите кнопку **Создать объект**.



- ▼ Создайте такой же сгиб на противоположной стенке.
- ▼ Теперь нужно построить сгибы на длинных стенках — укажите ребро.



- ▼ На Панели свойств откройте список **Размещение** и укажите вариант **Два отступа**.
- ▼ В поля **Отступ слева** и **Отступ справа** введите значение *12 мм*.
- ▼ Нажмите кнопку **Создать объект**.



- ▼ Создайте такой же сгиб на противоположной стенке.
- ▼ Нажмите кнопку **Прервать команду**.



## 14.10. Построение вырезов.

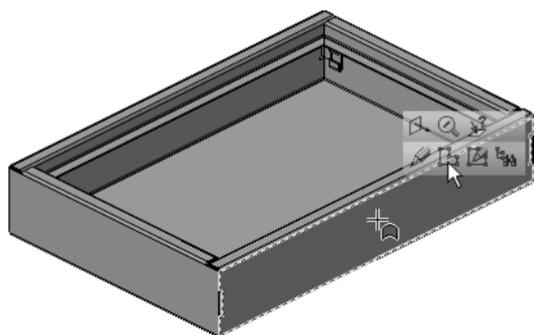
### Плоская параметрическая симметрия

На плоских гранях листовых деталей можно создавать отверстия и пазы произвольной формы. В детали *Корпус* нужно построить паз и отверстия для крепления внешнего блока управления и пазы для крепления к стене.

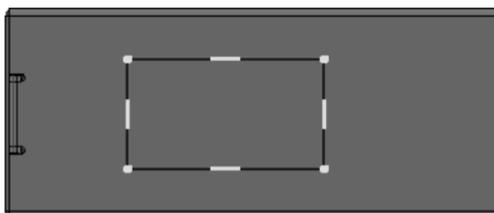
Для дальнейшей работы функцию автоматического изменения ориентации удобнее включить.

- ▼ Выполните команду **Сервис — Параметры — Система**.
- ▼ В окне **Параметры** откройте «ветви» *Редактор моделей — Изменение ориентации*.
- ▼ Включите опции **Центрировать изображение** и **При редактировании эскиза**.
- ▼ Отключите опцию **Сохранять текущий масштаб окна** и нажмите **ОК**.
- ▼ Поверните деталь так, чтобы стала видна обратная длинная сторона детали. Укажите грань и создайте эскиз.





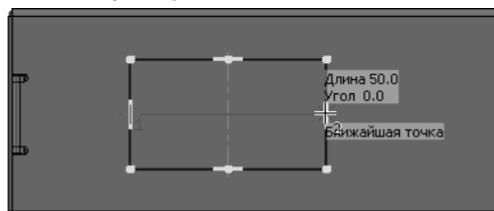
- ▼ Постройте на грани произвольный прямоугольник.



- ▼ Нажмите кнопку **Осевая линия по двум точкам** на инструментальной панели **Обозначения**.



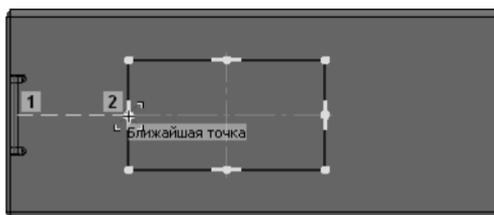
- ▼ С помощью привязки **Ближайшая точка** постройте на прямоугольнике две осевые линии.



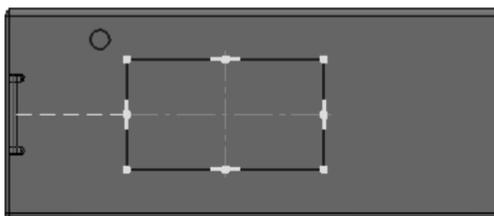
- ▼ Нажмите кнопку **Выровнять точки по горизонтали** на панели **Параметризация**.



- ▼ Укажите среднюю точку на ребре (точка 1) и начальную точку горизонтальной осевой линии (точка 2). Эта связь позволит определить положение прямоугольника на грани в вертикальном направлении.



- ▼ Несколько выше и левее прямоугольника постройте небольшую окружность.



- ▼ Нажмите кнопку **Прервать команду**.



### Плоская параметрическая симметрия

Вторую окружность нужно построить как симметричное изображение первой относительно вертикальной осевой линии прямоугольника.

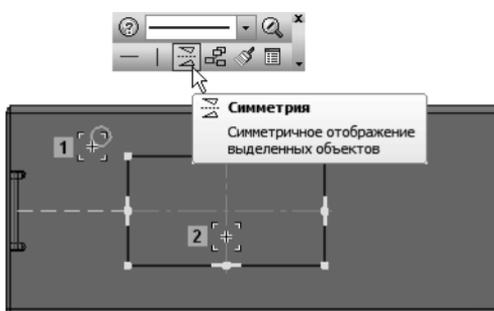
- ▼ Выделите окружность (курсор 1) и нажмите кнопку **Симметрия** на Контекстной инструментальной панели.



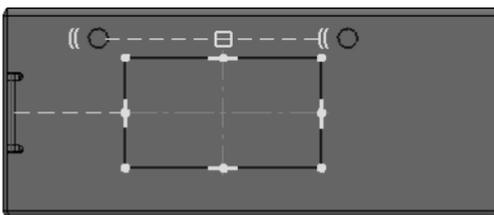
- ▼ Нажмите кнопку **Выбор базового объекта** на Панели специального управления.



- ▼ Укажите вертикальную осевую линию прямоугольника (курсор 2).



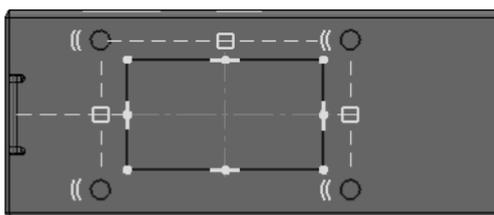
Система построит в эскизе симметричную окружность, связанную с исходной параметрическими связями.



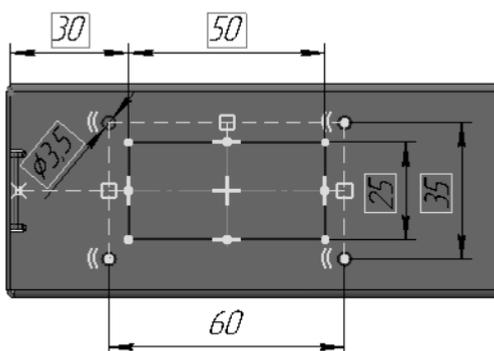
- ▼ Нажмите кнопку **Прервать команду**.



- ▼ Нажмите клавишу *<Shift>* на клавиатуре и укажите правую окружность — она будет подсвечена и добавлена в группу выбора. Отпустите клавишу *<Shift>*.
- ▼ Повторите построение симметричного изображения, указав на этот раз в качестве оси симметрии горизонтальную осевую линию.



- ▼ Проставьте размеры.



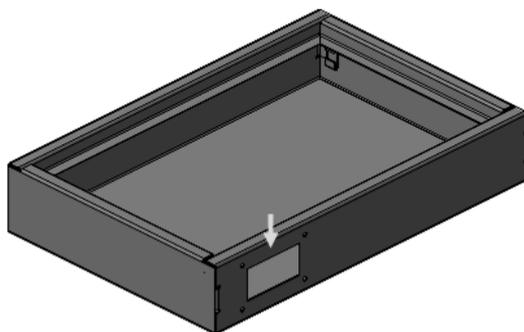
- ▼ Закройте эскиз.



- ▼ Нажмите кнопку **Вырез в листовом теле** на панели **Элементы листового тела**.



- ▼ Нажмите кнопку **Создать объект**.



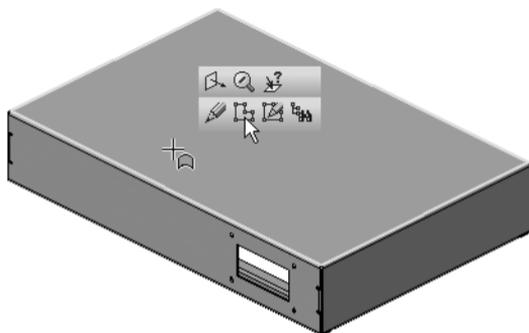
## 14.11. Создание штамповок

Днище корпуса нужно деформировать для придания ему жесткости. На панели **Элементы листового тела** есть несколько команд, которые позволяют вытягивать материал.

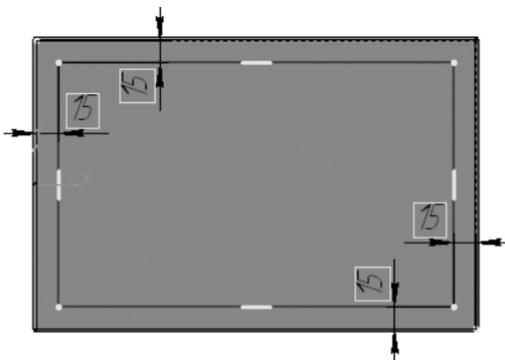


### Создание закрытой штамповки

- ▼ Разверните *Корпус* днищем вверх, укажите грань и создайте эскиз.



- ▼ Начертите в эскизе прямоугольник, проставьте четыре линейных размера, чтобы связать прямоугольник с ребрами грани.



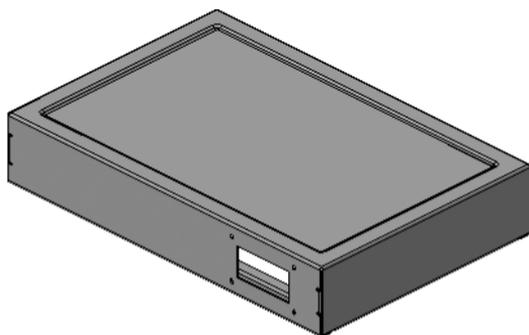
- ▼ Закройте эскиз.
- ▼ Нажмите кнопку **Закрытая штамповка** на панели **Элементы листового тела**.
- ▼ Нажмите кнопку **Обратное направление** на Панели свойств, чтобы направить штамповку внутрь *Корпуса*.
- ▼ Укажите способ задания высоты штамповки — нажмите кнопку **Снаружи**.



- ▼ В поле **Высота** введите значение высоты штамповки *3 мм*.
- ▼ В поля **Минимальный радиус скругления боковых ребер**, **Радиус скругления основания** и **Радиус скругления дна** введите значение *2 мм*.



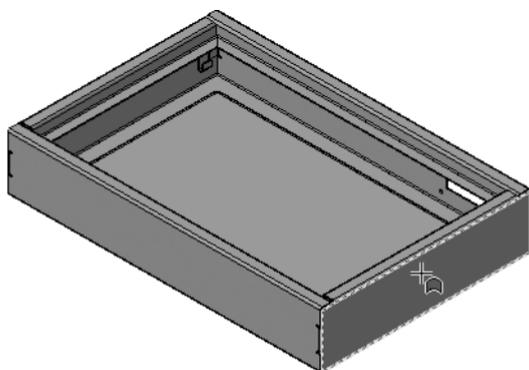
- ▼ Нажмите кнопку **Создать объект**.



### Создание открытой штамповки

На лицевой грани детали нужно создать открытую штамповку для подвода проводов.

- ▼ Укажите грань и создайте эскиз.



- ▼ Нажмите кнопку **Осевая линия по двум точкам** на инструментальной панели **Обозначения**.



- ▼ С помощью привязки **Ближайшая точка** постройте в эскизе горизонтальную осевую линию.



- ▼ Постройте окружность, привязав ее центр к середине осевой линии.



- ▼ Проставьте к окружности диаметральный размер и присвойте ему значение *25 мм*.

- ▼ Закройте эскиз.



- ▼ Нажмите кнопку **Открытая штамповка** на панели **Элементы листового тела**.

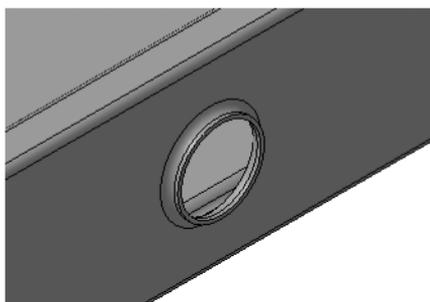


- ▼ В поле **Высота** введите значение высоты штамповки *4 мм*.



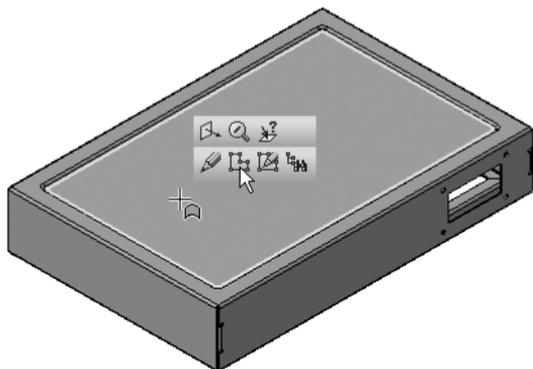
- ▼ В поле **Радиус скругления основания** введите значение *2 мм*.

- ▼ Нажмите кнопку **Создать объект**.

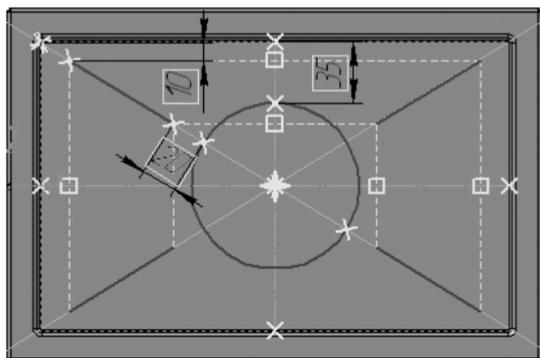


## 14.12. Создание буртиков

- ▼ Укажите грань и создайте эскиз.



- ▼ В эскизе постройте объекты, как это показано на рисунке. При построении отрезков используйте плоскую параметрическую симметрию. Проставьте размеры.



▼ Нажмите кнопку **Буртик** на панели **Элементы листового тела**.

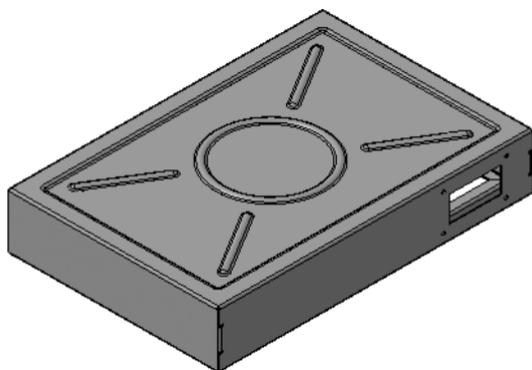
▼ Задайте **Прямое направление** построения буртика.

▼ В поле **Высота** введите значение высоты буртика *2 мм*.

▼ В поле **Радиус буртика** введите значение *3 мм*.

▼ В поле **Радиус скругления основания** введите значение *2 мм*.

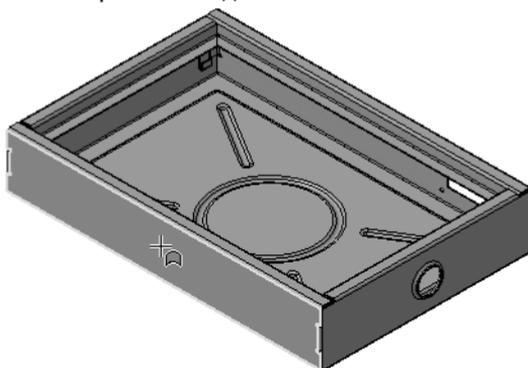
▼ Нажмите кнопку **Создать объект**.



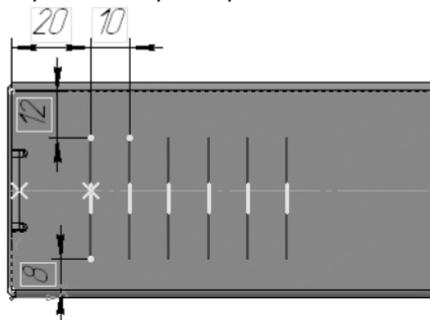
## 14.13. Создание жалюзи

На левой стенке корпуса нужно создать вентиляционные пазы — жалюзи.

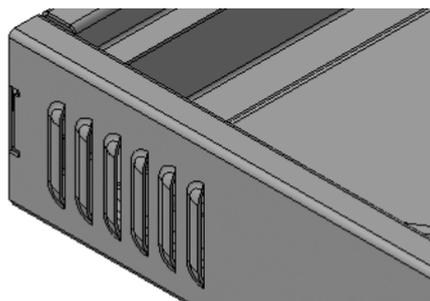
- ▼ Укажите грань и создайте эскиз.



- ▼ В эскизе постройте отрезки, как это показано на рисунке. Проставьте размеры.



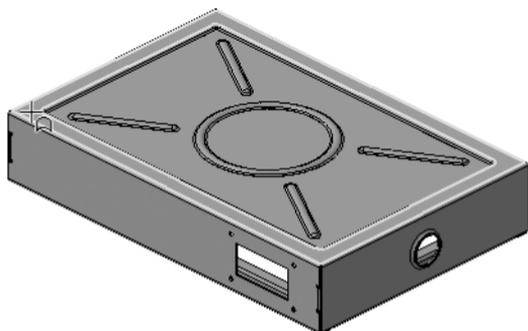
- ▼ Нажмите кнопку **Жалюзи** на панели **Элементы листового тела**.
- ▼ В поле **Высота** на Панели свойств введите значение высоты жалюзи *3 мм*.
- ▼ В поле **Ширина** введите значение ширины жалюзи *5 мм*.
- ▼ В поле **Радиус** введите значение радиуса скругления основания жалюзи *3 мм*.
- ▼ Нажмите кнопку **Создать объект**.



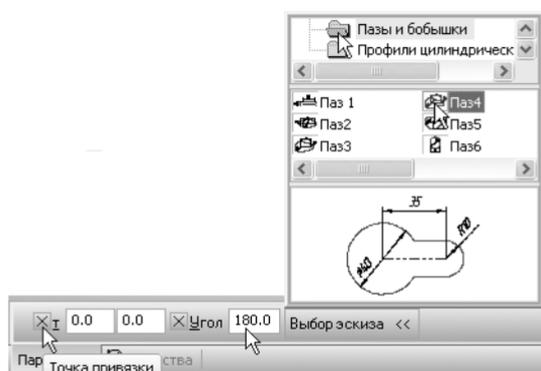
## 14.14. Создание пазов для крепления

Наконец, на задней стенке *Корпуса* нужно создать пазы для крепления к стене. Эскиз паза можно взять из Библиотеки эскизов.

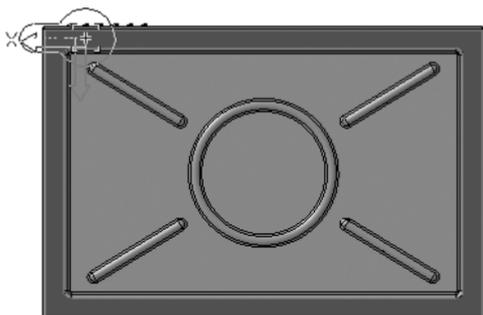
- ▼ Укажите грань, щелкните на ней правой кнопкой мыши и выполните из контекстного меню команду **Эскиз из библиотеки**.



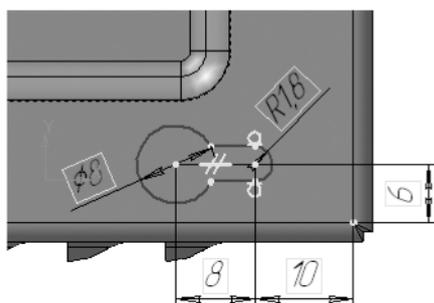
- ▼ В Дереве библиотеки откройте папку *Пазы и бобышки*. В списке элементов укажите *Паз 4*.
- ▼ В поле **Угол** введите значение  $180^\circ$ .
- ▼ Расфиксируйте поля координат привязки базовой точки эскиза.



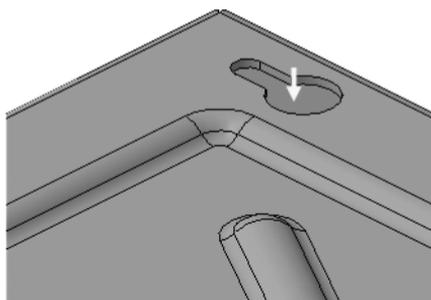
- ▼ Укажите примерное положение паза на грани и нажмите кнопку **Создать объект**.



- ▼ Войдите в режим редактирования эскиза, измените значения существующих размеров и проставьте дополнительные.



- ▼ Закройте эскиз и на его основе постройте паз с использованием команды **Вырез в листовом теле**.



- ▼ Постройте симметричный паз относительно плоскости XY.



## 14.15. Отображение детали в развернутом виде

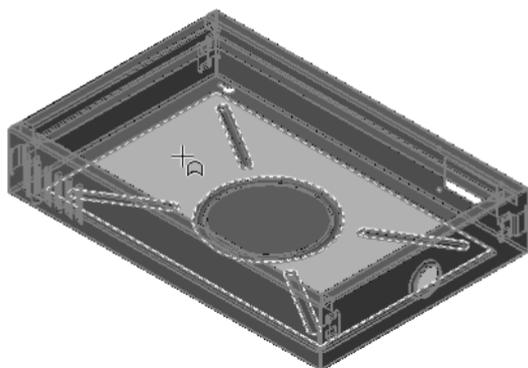
Перед созданием развернутого вида детали необходимо задать параметры развертки: указать неподвижную грань и выбрать сгибы, которые будут разгибаться. По умолчанию система выбирает все сгибы.



▼ Нажмите кнопку **Параметры развертки** на панели **Элементы листового тела**.



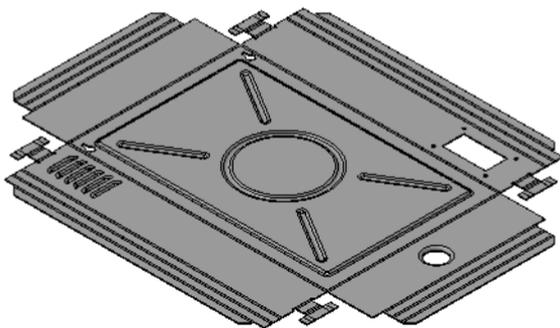
▼ Укажите грань, которая должна оставаться неподвижной.



▼ Нажмите кнопку **Создать объект**.



▼ Нажмите кнопку **Развертка** на панели **Элементы листового тела** — деталь будет показана в развернутом виде.



Штамповки, буртики и жалюзи представляют собой результат операций деформирования материала, а не гибки. Эти элементы не содержат сгибов и их разгибание невозможно.



▼ Для отображения детали в согнутом виде нажмите кнопку **Развертка** еще раз.



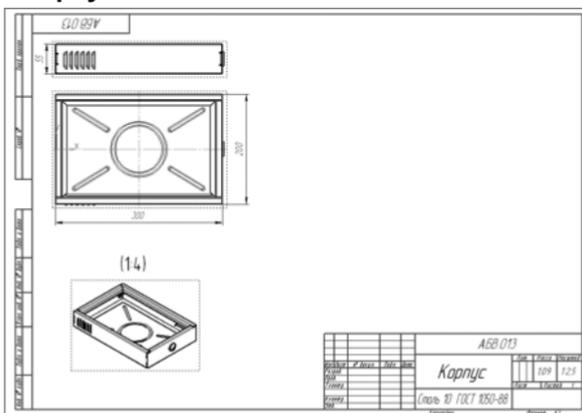
▼ Нажмите кнопку **Перестроить** на панели **Вид**.

- ▼ Нажмите кнопку **Сохранить** на панели **Стандартная**.



## 14.16. Создание чертежа с развернутым видом

- ▼ Создайте новый чертеж формата А3 горизонтальной ориентации.
- ▼ Настройте в чертеже параметрический режим (см. раздел *Настройка параметрического режима в ассоциативных чертежах* на с. 185).
- ▼ Включите кнопку **Параметрический режим** на панели **Текущее состояние**.
- ▼ Нажмите кнопку **Стандартные виды** на панели **Виды**.
- ▼ Создайте в чертеже два стандартных вида с масштабом уменьшения 1:2,5 — **Главный вид** и **вид Сверху**.



Гнутые детали имеют много плавных сопряжений поверхностей. Включайте кнопку **Показывать** в группе **Линии переходов** на вкладке **Линии** Панели свойств.



- ▼ Нажмите кнопку **Произвольный вид** на панели **Виды**.
- ▼ Создайте на чертеже вид *Изометрия XYZ* с масштабом 1:4.







## Урок № 15. Моделирование поверхностей

В этом уроке описывается процесс создания детали *Термопистолет*.



Деталь создается как поверхностная модель нулевой толщины, которая затем преобразуется в твердотельную тонкостенную модель. Используя твердотельную модель как заготовку, можно получить левую и правую половины корпуса со всеми необходимыми дополнениями и собрать модель изделия.

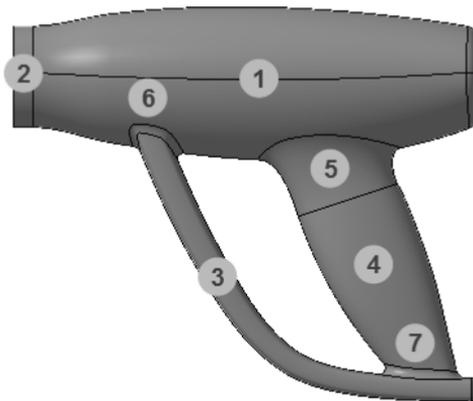
### В этом уроке рассматривается

- ▼ Планирование детали.
- ▼ Компоновочные эскизы.
- ▼ Поверхность по сечениям.
- ▼ Поверхность выдавливания.
- ▼ Сшивка поверхностей и усечение плоскостью.
- ▼ Построение NURBS-кривой.
- ▼ Построение второго эскиза.
- ▼ Построение эскиза осевой линии.
- ▼ Поверхность по сечениям с осевой линией.
- ▼ Усечение поверхности поверхностью.
- ▼ Трехмерные точки.
- ▼ Построение осей и плоскостей.
- ▼ Построение эскизов.
- ▼ Усечение кривых.
- ▼ Построение сплайна.
- ▼ Поверхность по сети кривых.
- ▼ Продление поверхности.
- ▼ Усечение поверхностей.

- ▼ Эквидистанта поверхности.
- ▼ Продление поверхности характерными точками.
- ▼ Удаление грани.
- ▼ Сопряжение сплайнов с кривыми.
- ▼ Сопряжение сплайна с поверхностью.
- ▼ Построение направляющих поверхностей.
- ▼ Сопряжение поверхностей.
- ▼ Заплатки.
- ▼ Скругление поверхностей.
- ▼ Скругление с постоянной хордой.
- ▼ Придание толщины.
- ▼ Доработка твердотельной модели.
- ▼ Расчет МЦХ детали.

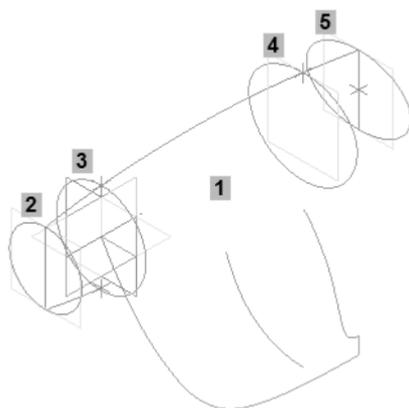
## 15.1. Планирование детали

Перед началом построения целесообразно провести анализ детали и планирование ее построения. В ходе этого в модели выделяются основные поверхности, определяются методы их построения и характер сопряжения. Деталь *Термопистолет* состоит из *Корпуса* (1), *Наконечника* (2), *Гарды* (3) и *Рукоятки* (4). *Корпус* может быть построен как поверхность по сечениям, *Наконечник* — как поверхность выдавливания, *Гарда* — поверхность по сечениям с направляющей, *Рукоятка* — поверхность по сети кривых. *Рукоятка* с *Корпусом* сопрягаются поверхностью по сети кривых (5). *Гарда* с *Корпусом* и *Рукояткой* сопрягаются обычными скруглениями (6 и 7).



- ▼ Откройте деталь *Термопистолет* из папки `\Tutorials\Термопистолет` основного каталога системы.

Для того чтобы сократить объем работы, в модели выполнены предварительные построения. *Эскиз:1* определяет основные размеры модели и форму ее элементов в продольном направлении. *Эскизы:2-5* содержат поперечные сечения Корпуса.

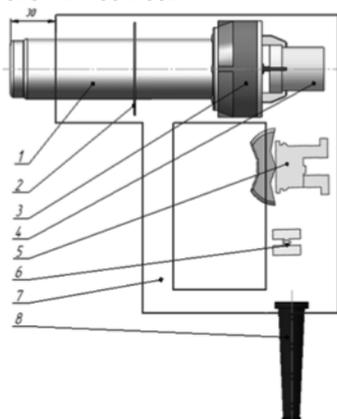


## 15.2. Компоновочные эскизы

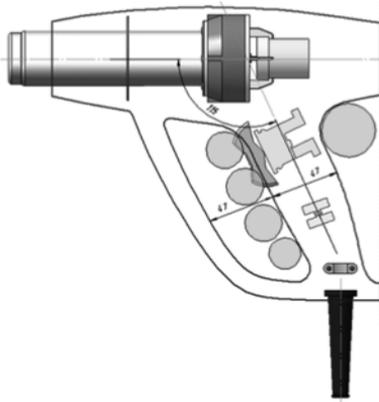


Компоновочные эскизы обычно создаются в результате совместной работы конструктора и промышленного дизайнера. Первый обеспечивает технически правильное конструкторское решение, а второй — решает вопросы эргономики и эстетики.

- ▼ Конструктор создает первоначальную компоновку изделия — выделяет основные компоненты, определяет их приблизительное взаимное расположение, создает наброски компоновочных эскизов.



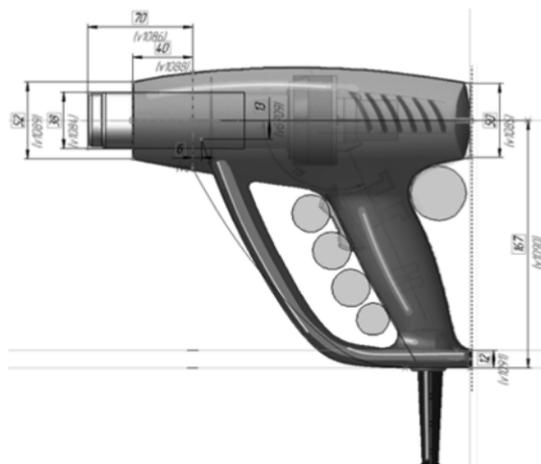
- ▼ Получив от конструктора первоначальную компоновку изделия, дизайнер решает на ее основе свои задачи — уточняет расположение компонентов и силуэт корпуса, не нарушая ограничений, которые уже определены конструктором.



- ▼ Пространственное представление модели существует пока лишь в воображении дизайнера, а для дальнейшей работы нужно такое изображение, в котором виден объем корпуса. Поэтому дизайнер, используя свои профессиональные средства, создает рисунок с эффектом объемности.



- ▼ Используя рисунок в качестве подложки, конструктор просто обводит силуэт, используя необходимые графические примитивы. В отличие от дизайнера, конструктор выполняет черчение в параметрическом режиме, что позволит в будущем при необходимости уточнять форму модели. После вычерчивания всех необходимых контуров, создания между элементами параметрических связей и простановки размеров, получаются компоновочные эскизы, на основе которых можно создать точное поверхностное представление модели.



### 15.3. Поверхность по сечениям

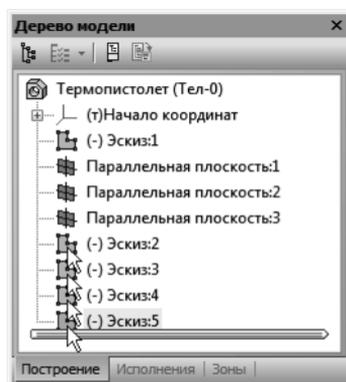
Основную часть детали *Корпус*, нужно построить как поверхность по сечениям.



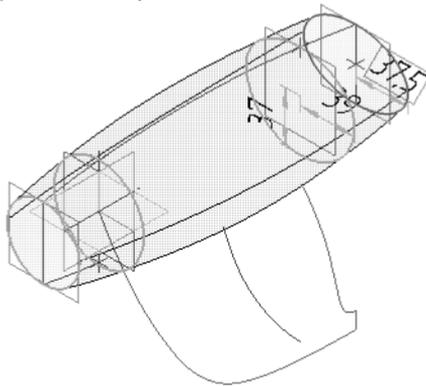
▼ Нажмите кнопку **Поверхность по сечениям** на панели **Поверхности**.



▼ В Дереве модели последовательно укажите эскизы со второго по пятый.

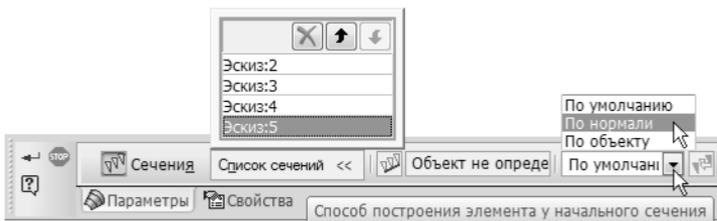


По мере указания эскизов в окне модели будет выполняться построение фантома поверхности.

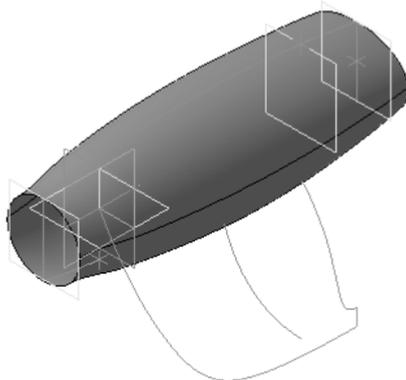


Можно управлять способом построения элемента у начального и конечного сечений.

- ▼ Откройте список **Способ построения элемента у начального сечения** и укажите вариант **По нормали**.



- ▼ Нажмите кнопку **Создать объект** на Панели специального управления.



## 15.4. Поверхность выдавливания

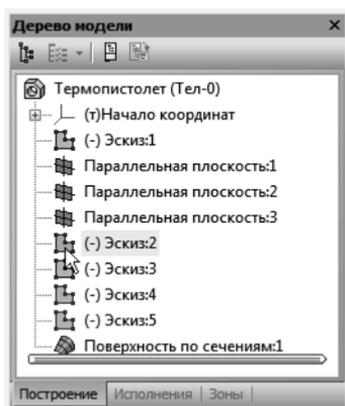
Следующую часть детали, *Наконечник*, можно построить как поверхность выдавливания.



- ▼ Нажмите кнопку **Поверхность выдавливания** на панели **Поверхности**.



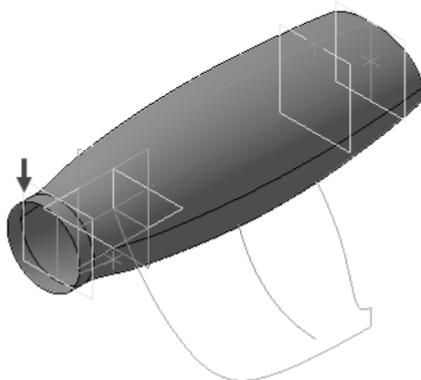
- ▼ В Дереве модели укажите *Эскиз:2*.



- ▼ В поле **Расстояние** 1 на Панели свойств введите значение *10 мм*.



- ▼ Нажмите кнопку **Создать объект**.



## 15.5. Сшивка поверхностей и усечение плоскостью

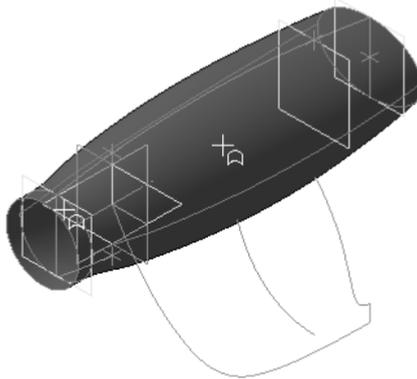
Половину модели нужно отсечь вертикальной плоскостью. Сейчас *Корпус* и *Наконечник* являются двумя разными поверхностями. Для того чтобы их можно было усечь одной командой, поверхности нужно сшить.



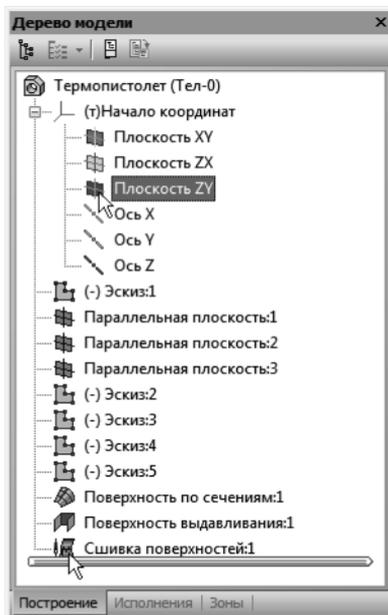
- ▼ Нажмите кнопку **Сшивка поверхностей** на панели **Поверхности**.



- ▼ Укажите поверхности *Корпуса* и *Наконечника*.

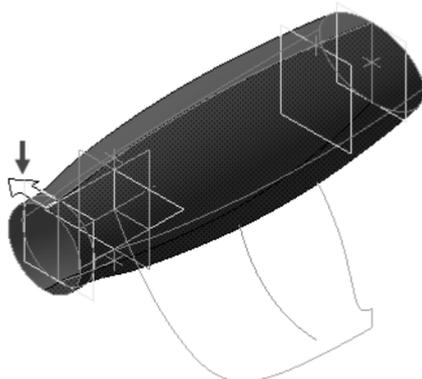


- ▼ Нажмите кнопку **Создать объект**.
- ▼ Нажмите кнопку **Усечение поверхности** на панели **Поверхности**.
- ▼ В Дереве модели укажите элемент *Сшивка поверхностей:1*.
- ▼ На Панели свойств нажмите кнопку **Секущий объект**.
- ▼ В Дереве модели укажите *Плоскость ZY*.

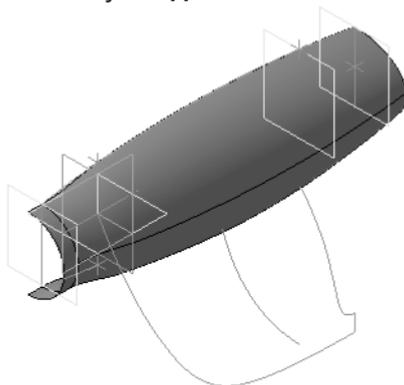




- ▼ С помощью кнопки **Сменить направление усе-чения** направьте указатель влево.



- ▼ Нажмите кнопку **Создать объект**.



## 15.6. Построение NURBS-кривой

Для построения *Гарды* как поверхности по сечениям с осевой линией потребуется два эскиза с сечениями и эскиз с осевой линией.



- ▼ Для создания эскиза первого сечения укажите в Де-реве модели *Параллельная плоскость:1* и нажмите кнопку **Эскиз**.

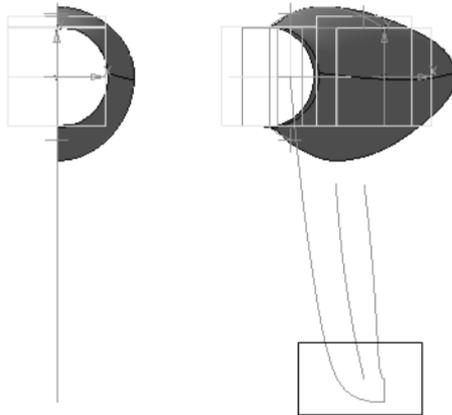


---

В ходе построения модели потребуется создать несколько одинаковых эскизов, отличающихся лишь размерами. Постарайтесь запомнить последовательность построения на примере этого эскиза.

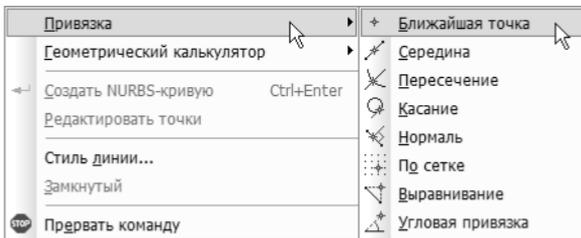
---

- ▼ Разверните модель немного влево и значительно увеличьте ее нижнюю часть.

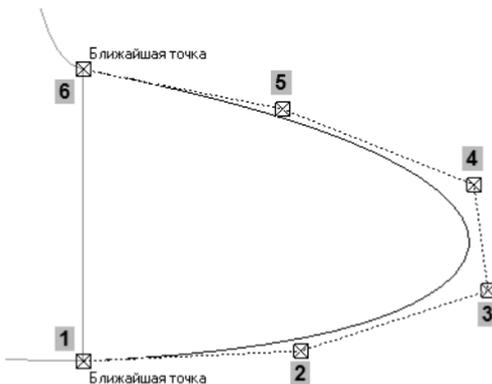


В эскизах поверхностей часто используются NURBS-кривые, которые позволяют создавать плавные поверхности.

- ▼ Нажмите кнопку **NURBS** на панели **Геометрия**.
- ▼ Щелкните в эскизе правой кнопкой мыши.
- ▼ Выполните команду **Привязка — Ближайшая точка** контекстного меню.



- ▼ Постройте кривую 1–6, указав шесть точек, через которые она проходит. Начальную точку 1 и конечную точку 6 укажите в вершинах эскиза с помощью локальной привязки **Ближайшая точка**. Промежуточные точки укажите «на глаз».





- ▼ После указания последней точки нажмите кнопку **Создать объект**.

NURBS-кривая будет построена. Точки, через которые она проходит, исчезнут с экрана.



- ▼ Разверните плоскость эскиза параллельно плоскости экрана. Для этого вызовите команду **Нормально к** из меню кнопки **Ориентация** на панели **Вид**.



- ▼ Нажмите кнопку **Отображать степени свободы** на панели **Параметризация**.



В точках, через которые проходит кривая, появятся значки степеней свободы.



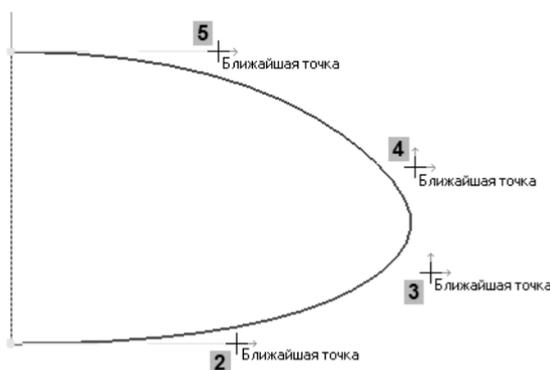
- ▼ Нажмите кнопку **Выровнять точки по горизонтали** на панели **Параметризация**.

- ▼ Парно укажите точки 1–2 и 5–6.

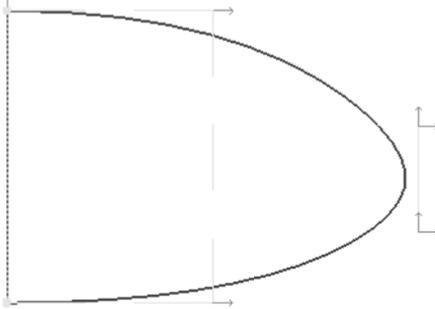


- ▼ Нажмите кнопку **Выровнять точки по вертикали** на панели **Параметризация**.

- ▼ Парно укажите точки 2–5 и 3–4.



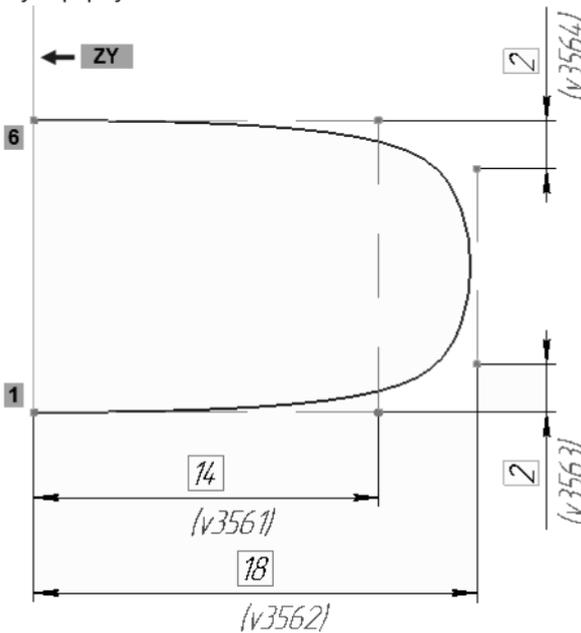
Обратите внимание на обозначения параметрических связей между точками. Они должны выглядеть так, как показано на рисунке.



- ▼ Проставьте горизонтальные и вертикальные размеры. Построение начните с размера общей высоты кривой **18 мм**.



После этого кривая будет окончательно определена и примет нужную форму.

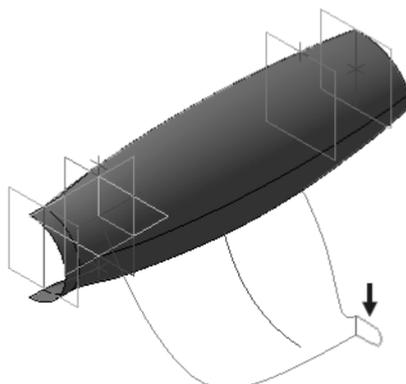


Обратите внимание на поведение кривой в точках 1 и 6. За счет параметрического выравнивания кривая подходит по нормали к системной *Плоскости ZY*, которая позднее будет использоваться как плоскость зеркальной симметрии. Это позволит гладко соединить основную поверхность и ее зеркальную копию.





- ▼ Закройте эскиз.



## 15.7. Построение второго эскиза

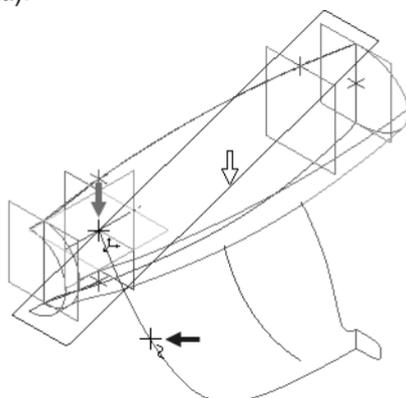


Для размещения второго эскиза нужно создать плоскость.



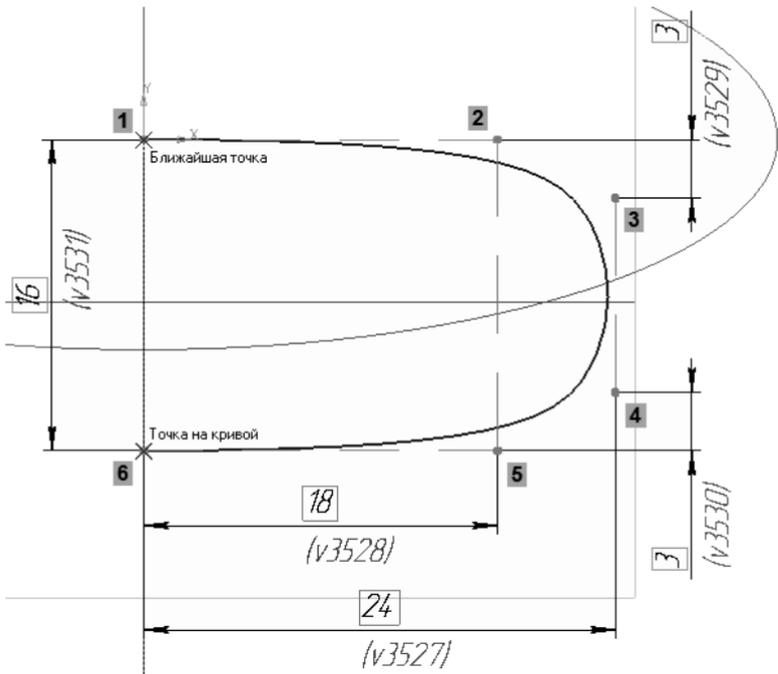
- ▼ Нажмите кнопку **Плоскость через вершину перпендикулярно ребру** на панели **Вспомогательная геометрия**.

- ▼ Укажите кривую в *Эскизе:1* (черная стрелка) и точку начала координат (серая стрелка) — будет построена вспомогательная плоскость (белая стрелка).

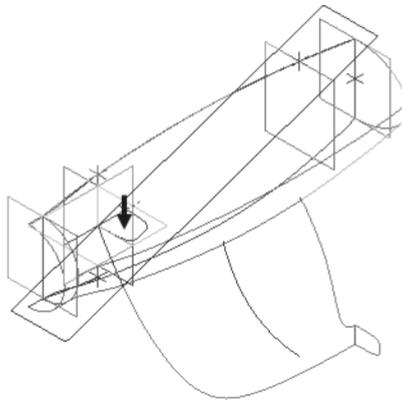


- ▼ Нажмите кнопку **Прервать команду**.

- ▼ Создайте эскиз на *Перпендикулярной плоскости:1*, как это было показано выше. Проставьте размеры, показанные на рисунке.



- ▼ Закройте эскиз.



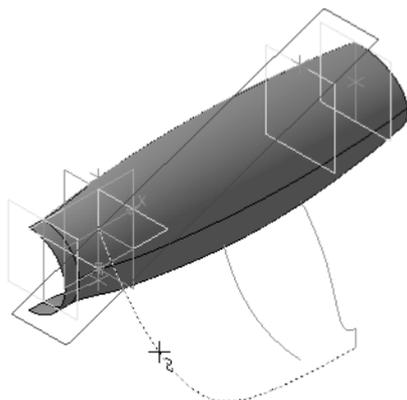
## 15.8. Построение эскиза осевой линии

Теперь нужно создать эскиз с осевой линией.

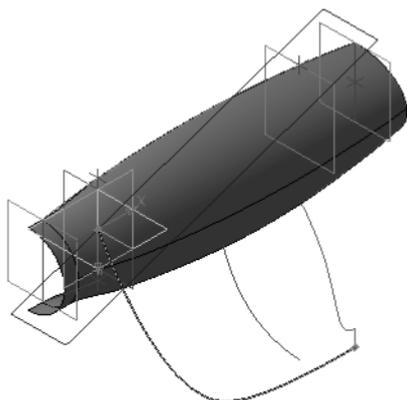
- ▼ Создайте эскиз на *Плоскости ZY*.
- ▼ Нажмите кнопку **Спроецировать объект** на панели **Геометрия**.



- ▼ В окне модели укажите кривую из Эскиза:1.

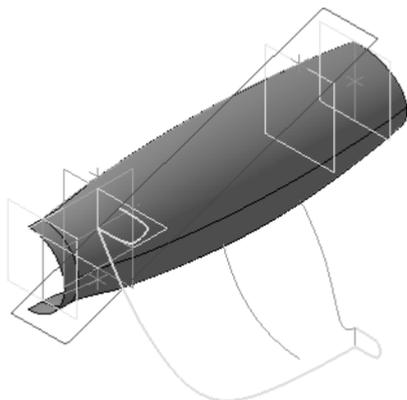


В эскизе будет построена проекционная кривая.



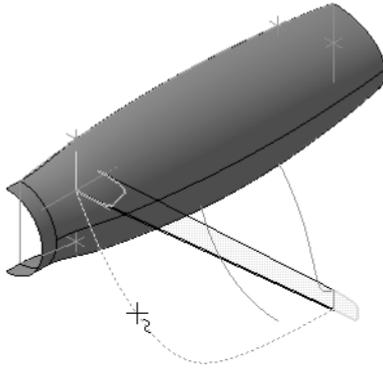
- ▼ Закройте эскиз.

Теперь в модели есть все необходимое для построения поверхности.

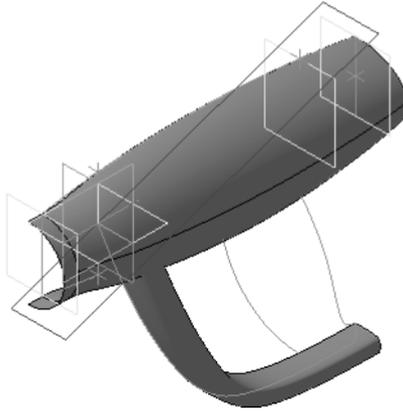


## 15.9. Поверхность по сечениям с осевой линией

- ▼ Нажмите кнопку **Поверхность по сечениям** на панели **Поверхности**. 
- ▼ Откройте список **Способ построения элемента у начального сечения** и укажите вариант **По умолчанию**. 
- ▼ В Дереве модели укажите *Эскиз:6* и *Эскиз:7*.
- ▼ Нажмите кнопку **Осевая линия** на Панели свойств. 
- ▼ Укажите осевую линию: либо *Эскиз:8* в Дереве модели, либо кривую в окне модели.



- ▼ Нажмите кнопку **Создать объект**. 

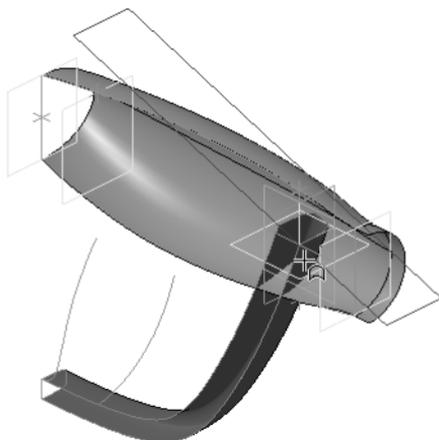


## 15.10. Усечение поверхности поверхностью

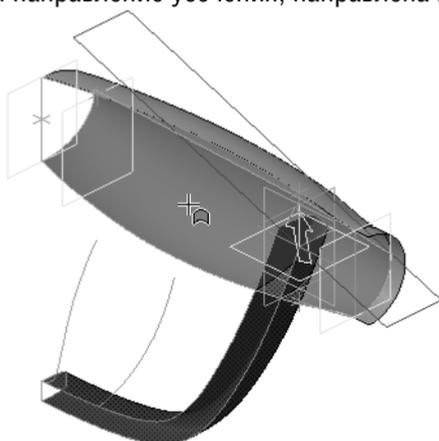
Лишнюю часть *Гарды* внутри *Корпуса* нужно отрезать, а в поверхности *Корпуса* сделать вырез по профилю *Гарды*.



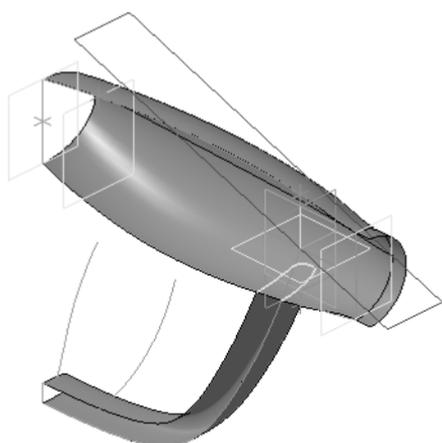
- ▼ Нажмите кнопку **Усечение поверхности** на панели **Поверхности**.
- ▼ Разверните модель и укажите *Гарду* — поверхность для усечения.



- ▼ На Панели свойств нажмите кнопку **Секущий объект**.
- ▼ Укажите *Корпус*. Убедитесь, что стрелка, указывающая направление усечения, направлена вверх.



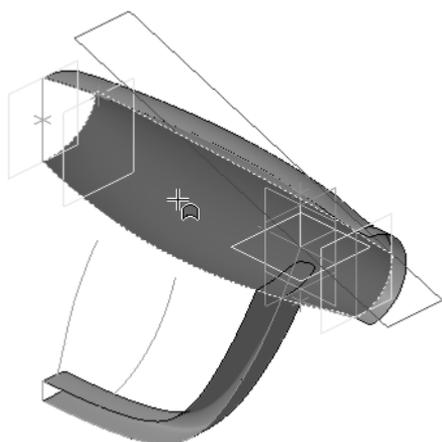
- ▼ Нажмите кнопку **Создать объект**.



▼ Нажмите кнопку **Усечение поверхности** еще раз.



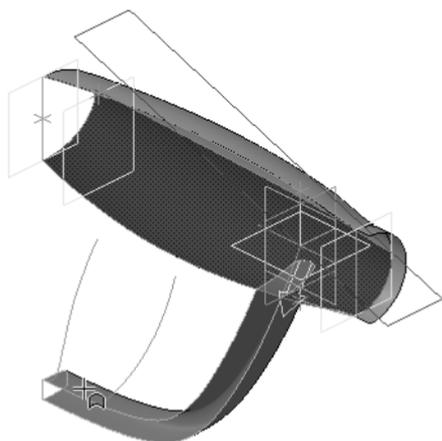
▼ Укажите *Корпус*.



▼ Нажмите кнопку **Секущий объект**.

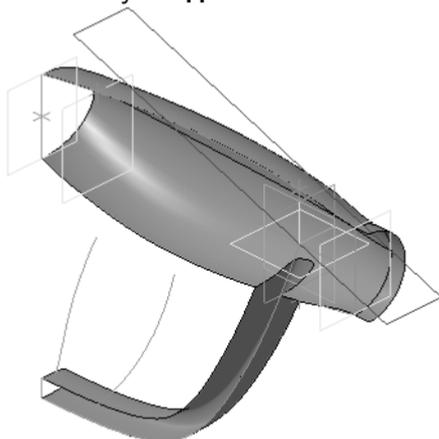


▼ Укажите *Гарду*.





- ▼ Нажмите кнопку **Создать объект**.



## 15.11. Трехмерные точки

Теперь можно перейти к построению *Рукоятки*. Это самый сложный элемент — поверхность по сети кривых. Для создания сети кривых потребуется создать целую серию вспомогательных объектов: точки, оси, плоскости, эскизы и сплайн.

### Трехмерные точки

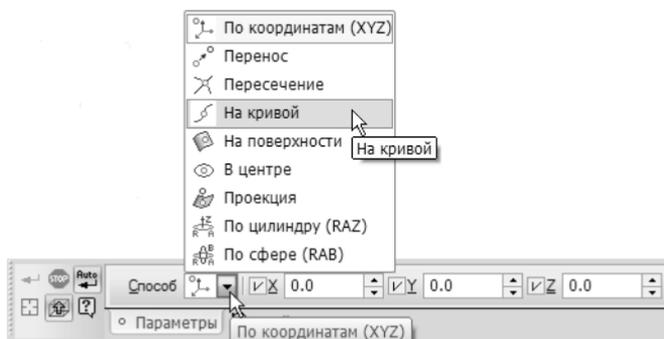
При построении поверхностей часто используются трехмерные точки, которые служат опорными объектами для создания других объектов: осей, плоскостей, эскизов, пространственных кривых, которые, в свою очередь, используются для создания поверхностей.



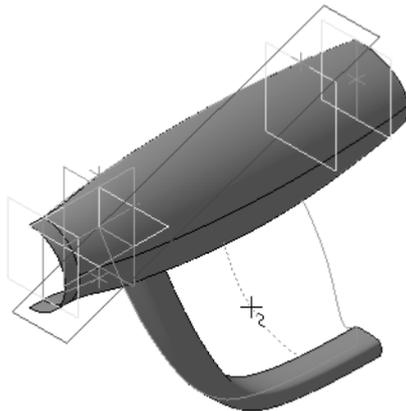
- ▼ Нажмите кнопку **Точка** на панели **Пространственные кривые**.



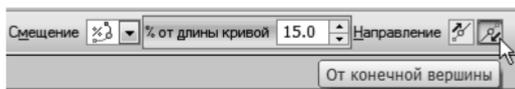
- ▼ Откройте список **Способ построения точки** на Панели свойств и укажите **На кривой**.



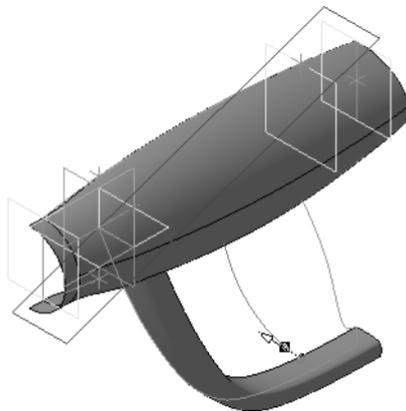
- ▼ В окне модели укажите кривую в произвольной точке.



- ▼ На Панели свойств включите кнопку **От конечной вершины** в группе **Направление** и введите значение **15** в поле **% от длины кривой**.

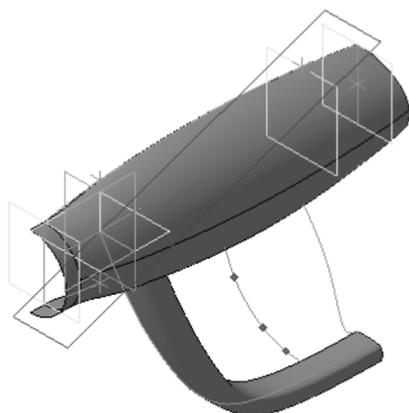


- В окне модели будет показан фантом точки и направление вектора смещения.

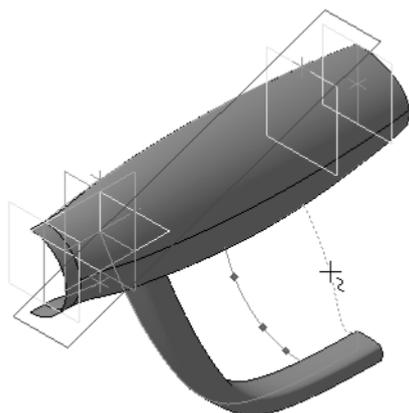


- ▼ Нажмите кнопку **Создать объект** — будет построена точка на кривой.
- ▼ Создайте на кривой еще две точки со смещениями **40** и **80%**.

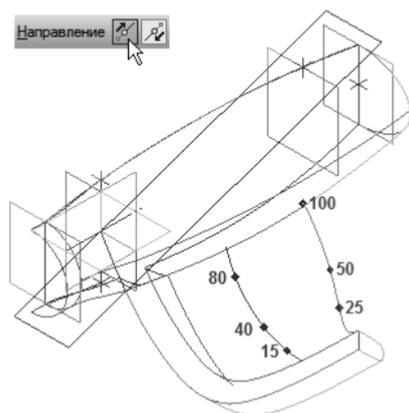




- ▼ На Панели специального управления нажмите кнопку **Указать заново** и укажите соседнюю кривую.



- ▼ Постройте на кривой от ее начальной вершины три точки со смещениями **25, 50 и 100%**.

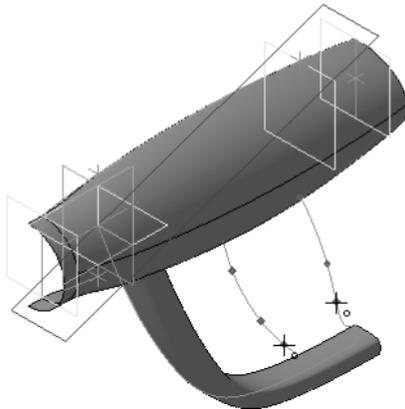


## 15.12. Построение осей и плоскостей

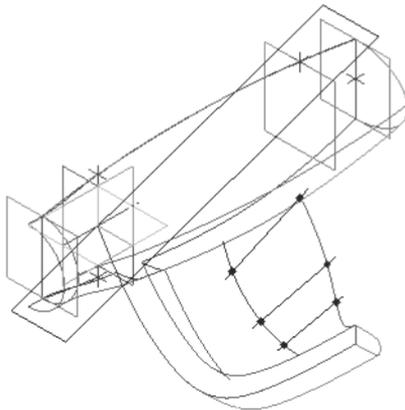
Через построенные точки нужно провести оси. Оси нужны для построения вспомогательных плоскостей. На плоскостях будут построены дополнительные эскизы для создания сети поверхности *Рукоятки*.

### Построение осей

- ▼ Нажмите кнопку **Ось через две вершины** на панели **Вспомогательная геометрия**.
- ▼ Укажите нижнюю пару точек — система построит ось.



- ▼ Постройте оси через остальные пары точек.



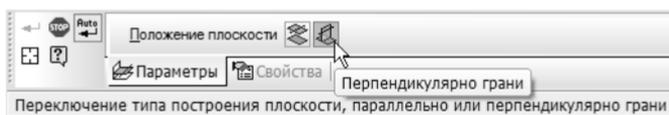
### Построение плоскостей

- ▼ Нажмите кнопку **Плоскость через ребро параллельно/перпендикулярно грани** на панели **Вспомогательная геометрия**.

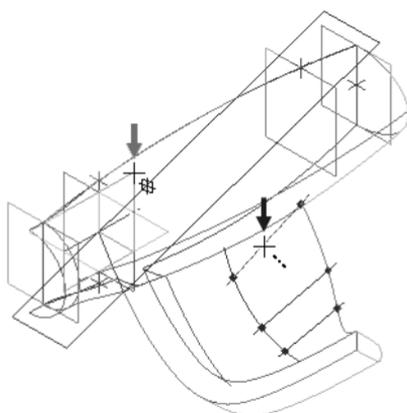




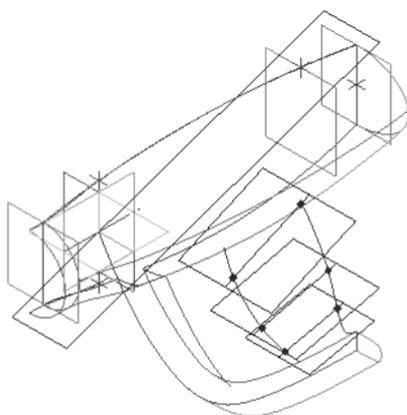
- ▼ На Панели свойств нажмите кнопку **Перпендикулярно грани** в группе **Положение плоскости**.



- ▼ В окне модели укажите ось и *Плоскость ZY* — будет построена плоскость.



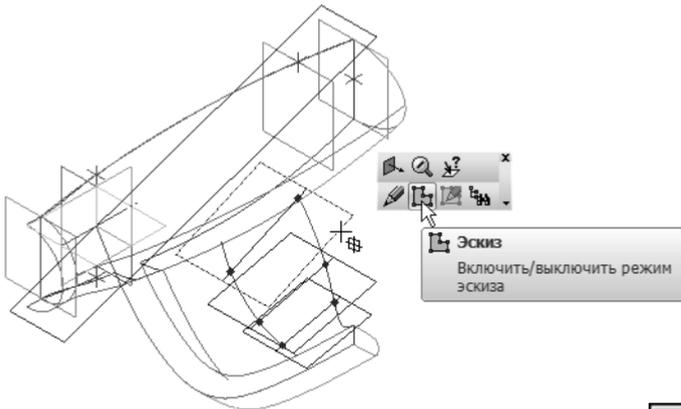
- ▼ Постройте плоскости через остальные оси.



### 15.13. Построение эскизов

На созданных плоскостях нужно построить три эскиза, которые образуют сеть кривых для поверхности *Рукоятки*.

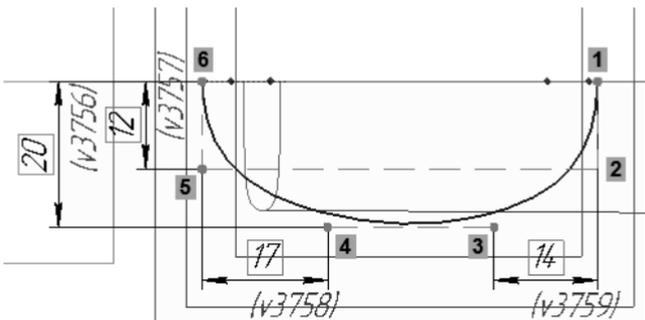
- ▼ Создайте эскиз на *Плоскость через ребро и грань:1*.



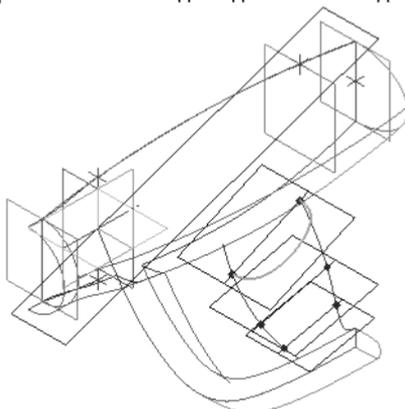
- ▼ С помощью команды **NURBS** на панели **Геометрия** постройте эскиз с размерами, показанными на рисунке. Построение такого эскиза было описано выше.



Чтобы не запутаться в точках, начинайте построение NURBS-кривой, когда модель чуть развернута. Не забудьте, что начальную 1 и конечную 6 точки кривой нужно обязательно указать с помощью привязки **Ближайшая точка**. Для правильного построения поверхности *Рукоятки* эти точки имеют критическое значение. Чтобы избежать ошибок, пользуйтесь локальной привязкой и увеличивайте масштаб! Наложение параметрических связей и простановку размеров удобнее выполнять, когда плоскость эскиза параллельна экрану.

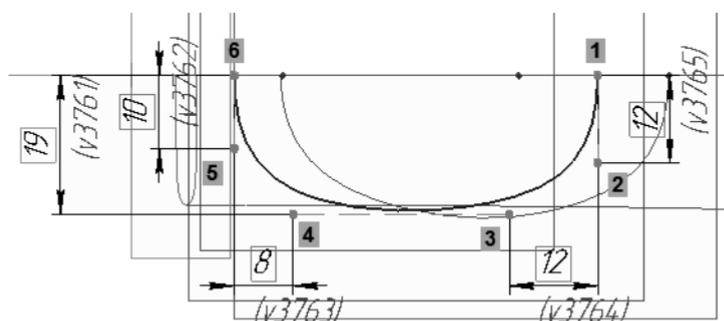


После построения эскиза модель должна выглядеть так.



- ▼ На *Плоскости через ребро и грань:2* создайте такой эскиз.

Этот эскиз немного отличается от предыдущего — не нужно выравнивать точки 2 и 5 по вертикали, иначе вы не сможете проставить для них разные размеры 10 мм и 12 мм по горизонтали.

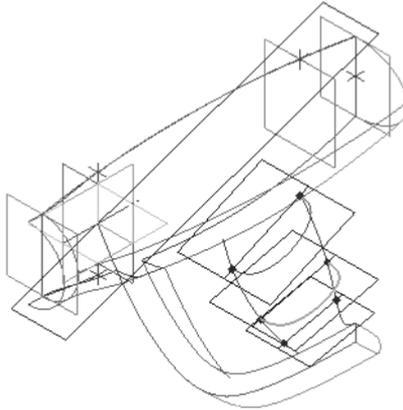


Если прочие элементы модели мешают оформлению текущего эскиза, их можно временно скрыть. Для этого нажмите кнопку

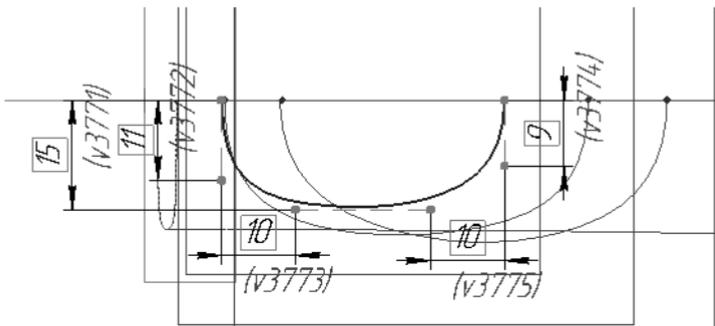


**Скрыть все объекты** на панели **Вид**. После оформления эскиза не забудьте включить ее снова.

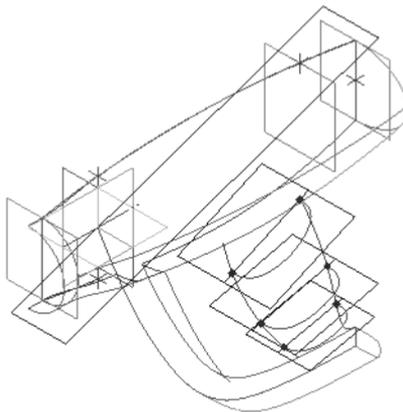
Теперь модель должна выглядеть так.



- ▼ На *Плоскости через ребро и грань:3* создайте такой эскиз.



После построения всех трех эскизов модель должна выглядеть так.



## 15.14. Усечение кривых

Теперь можно приступить к созданию сети кривых в вертикальном направлении. Для придания *Рукоятке* нужной формы таких

кривых потребуется три. Две кривые можно построить на основе кривых в *Эскизе:1*.

▼ Укажите правую кривую в *Эскизе:1*.

Кривая слишком длинная, она имеет лишний участок, расположенный ниже *Эскиза:11*.



Можно создавать новые объекты, являющиеся частью существующих.



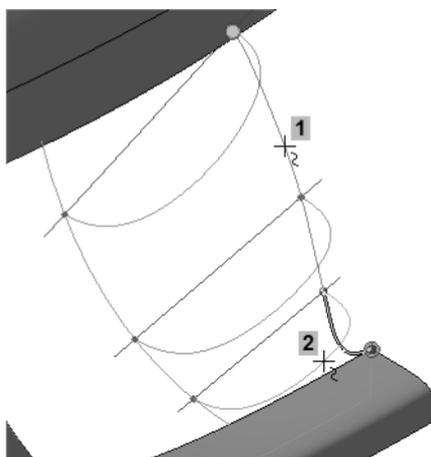
▼ Нажмите кнопку **Усечение кривой** на панели **Пространственные кривые**.



▼ Увеличьте изображение.

▼ Укажите кривую для усечения — курсор 1.

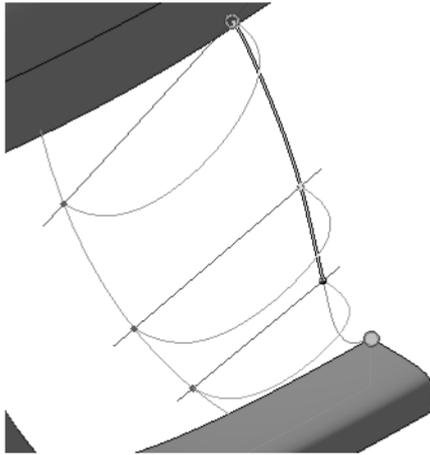
▼ Укажите секущий объект — курсор 2.



▼ Для выбора участка, расположенного над секущим объектом, нажмите кнопку **Сменить направление усечения** на Панели свойств.



▼ Нажмите кнопку **Создать объект**.



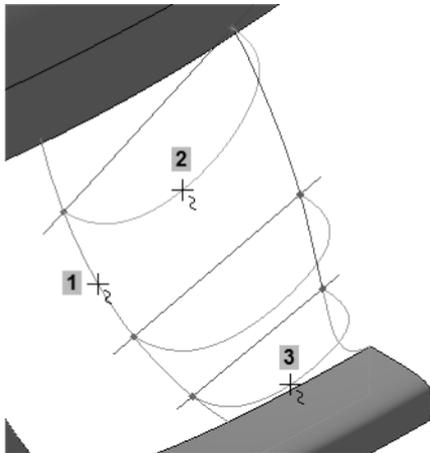
▼ Вновь нажмите кнопку **Усечение кривой**.

▼ Укажите кривую для усечения — курсор 1.

Кривая имеет два лишних участка, расположенные выше *Эскиза:9* и ниже *Эскиза:11*. Кривые можно усекать сразу двумя объектами.

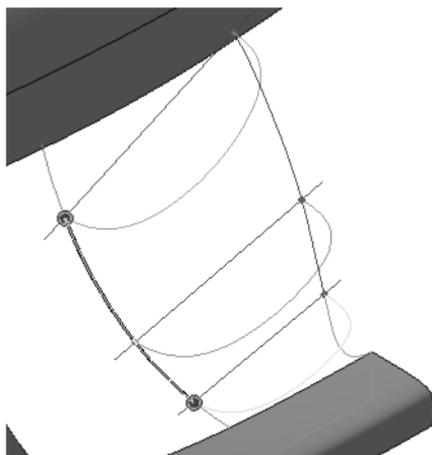
▼ Включите опцию **Два секущих объекта** на Панели свойств.

▼ Укажите секущие объекты — курсоры 2 и 3.

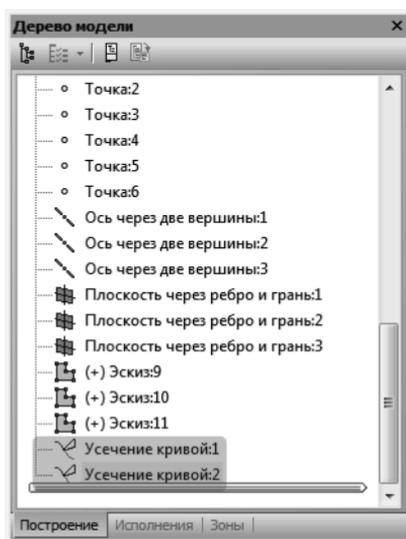




- ▼ Нажмите кнопку **Создать объект**.



- ▼ Посмотрите на Дерево модели. В нем появились два новых объекта — усеченные копии кривых.



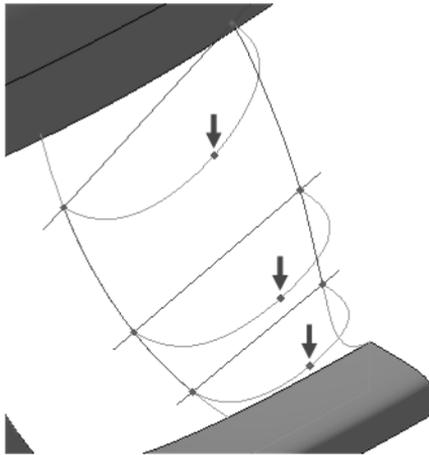
## 15.15. Построение сплайна



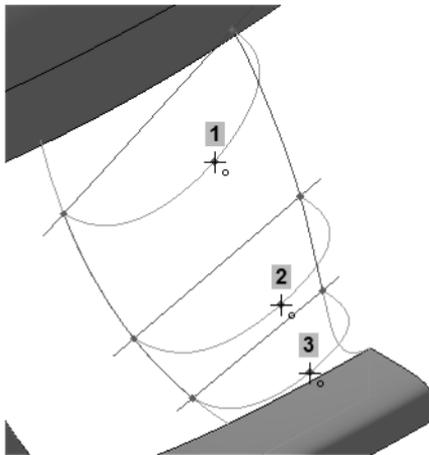
Третьей кривой для вертикальных линий сетки будет сплайн.



- ▼ Нажмите кнопку **Точка** на панели **Пространственные кривые**.
- ▼ Создайте на каждой кривой по точке со смещением *50%*, то есть точно посередине.

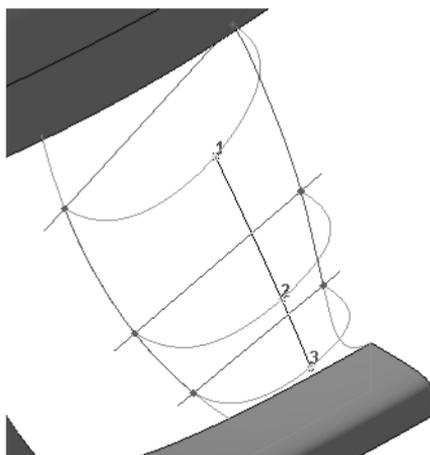


- ▼ Нажмите кнопку **Сплайн** на панели **Пространственные кривые**.
- ▼ Укажите три точки, через которые должен пройти сплайн. Курсор должен находиться в режиме выбора точек.



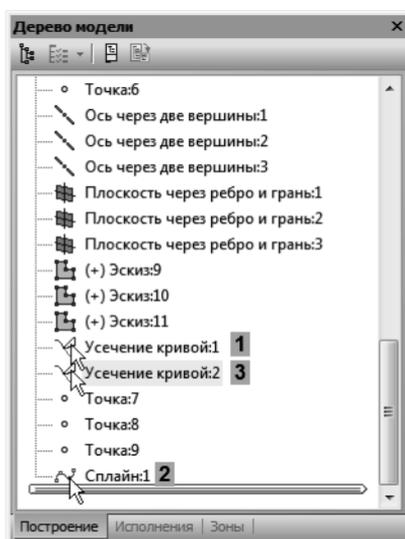
- ▼ Нажмите кнопку **Создать объект**.



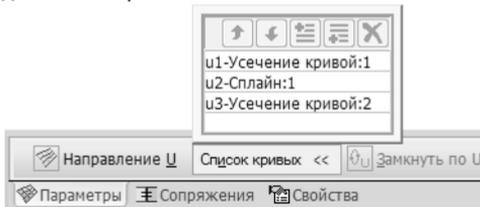


## 15.16. Поверхность по сети кривых

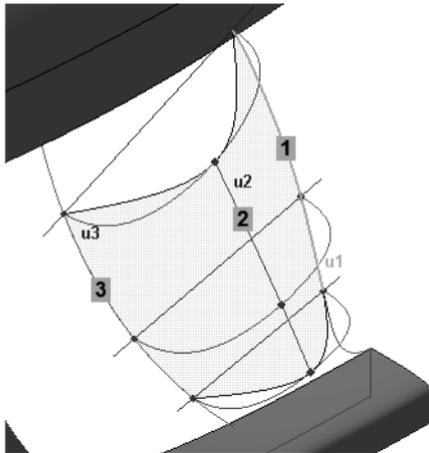
- ▼ Нажмите кнопку **Поверхность по сети кривых** на панели **Поверхности**.
- ▼ В Дереве модели укажите кривые сети в первом направлении (направление  $U$ ). Кривые нужно указать именно в такой последовательности.



Указанные объекты отображаются на Панели свойств в списке кривых данного направления.

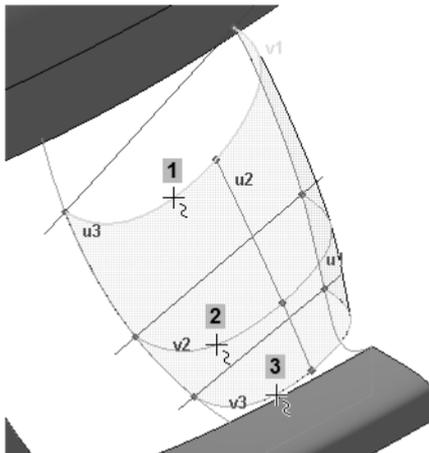


В окне модели будет показан текущий фантом поверхности.

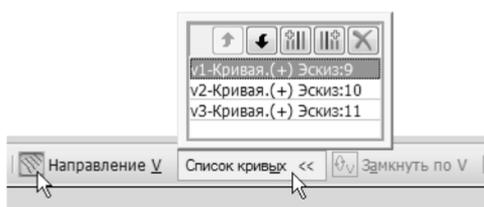


Кривые сети можно указывать в окне модели.

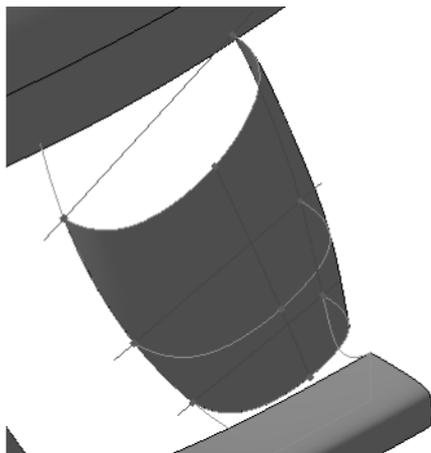
- ▼ Нажмите кнопку **Направление V** на Панели свойств. 
- ▼ Укажите три кривые второго направления (направление V). По мере указания кривых фантом поверхности будет перестраиваться.



Указанные объекты отображаются на Панели свойств в списке кривых данного направления.



- ▼ Нажмите кнопку **Создать объект**.



## 15.17. Продление поверхности

*Рукоятку нужно продлить вниз до Гарды.*

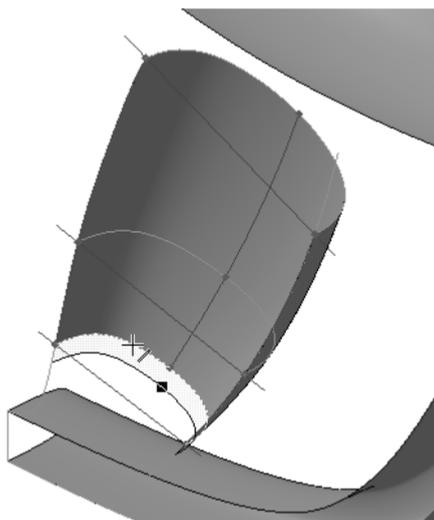


- ▼ Нажмите кнопку **Продление поверхности** на панели **Поверхности**.
- ▼ Разверните модель.

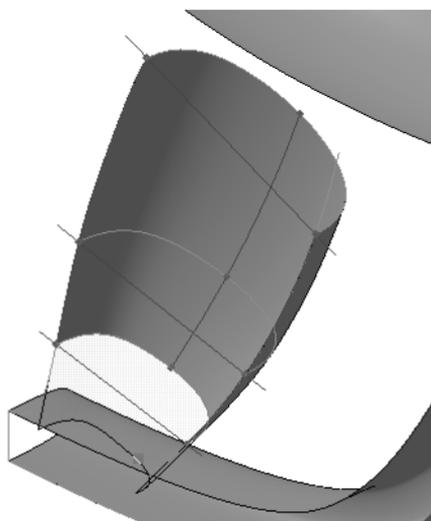


- ▼ Увеличьте масштаб.

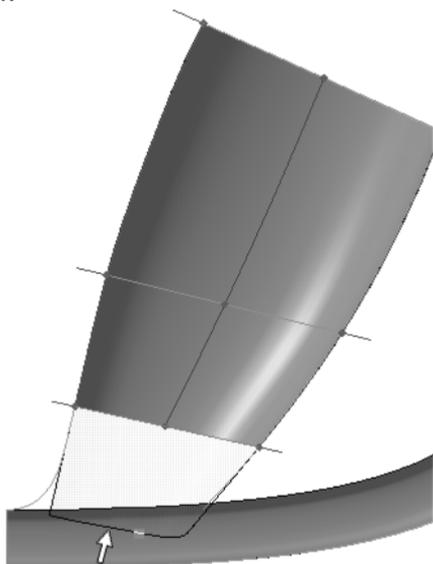
- ▼ Укажите ребро поверхности *Рукоятки*.



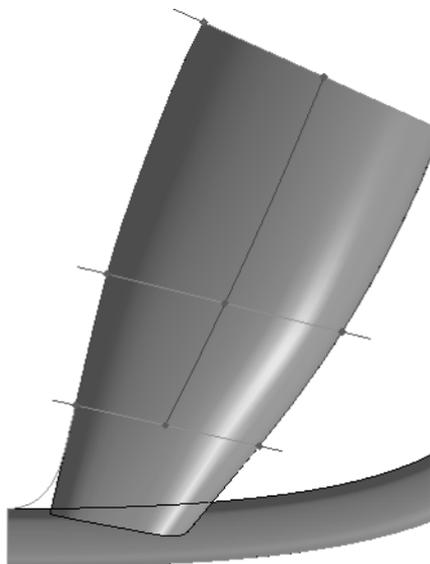
- ▼ В поле **Длина** на Панели свойств введите значение *23 мм*.



- ▼ Установите ориентацию **Слева**. Убедитесь, что нижнее ребро *Рукоятки* целиком расположено внутри *Гарды*.



- ▼ Нажмите кнопку **Создать объект**.



## 15.18. Усечение поверхностей

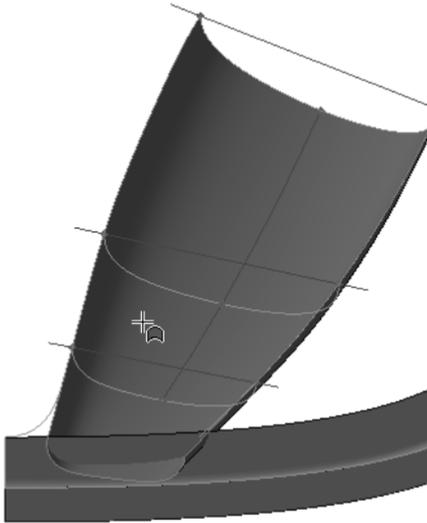
Лишние участки поверхностей *Гарды* и *Рукоятки* нужно удалить.



- ▼ Нажмите кнопку **Усечение поверхности** на панели **Поверхности**.



- ▼ Разверните модель и укажите *Рукоятку* — поверхность для усечения.

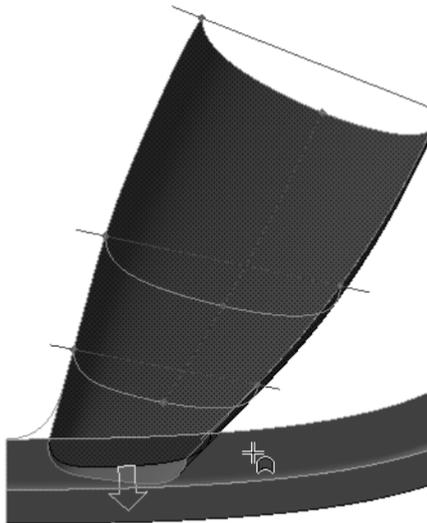


- ▼ На Панели свойств нажмите кнопку **Секущий объект**.



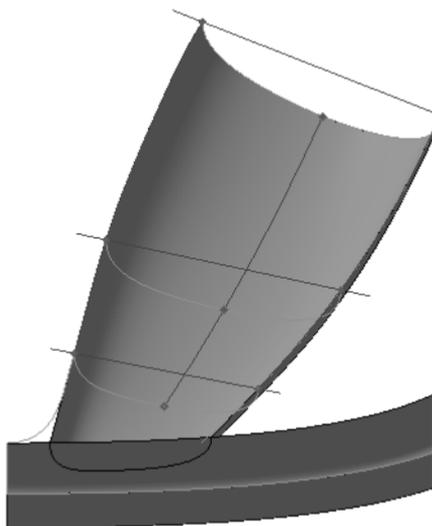
- ▼ Укажите *Гарду*.

- ▼ Убедитесь, что указатель направлен вниз. При необходимости с помощью кнопки **Сменить направление усечения** измените направление.



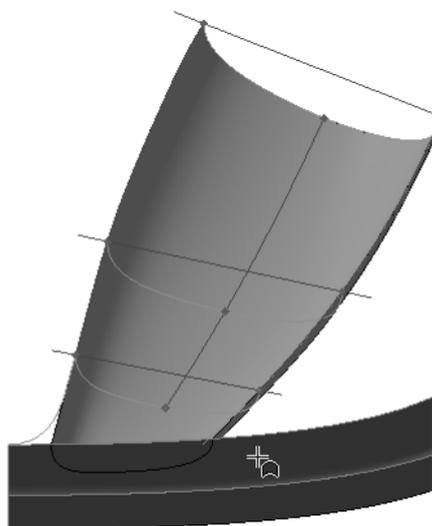


▼ Нажмите кнопку **Создать объект**.



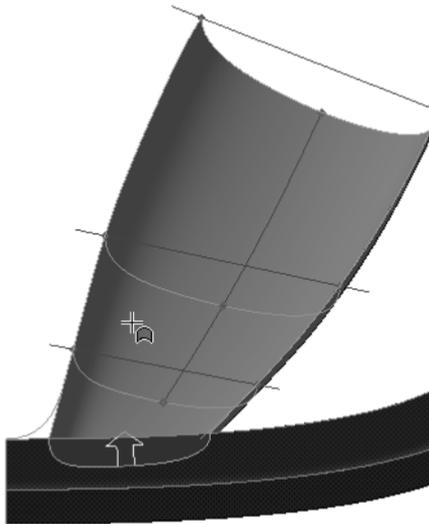
▼ Вновь нажмите кнопку **Усечение поверхности**.

▼ Укажите *Гарду*.

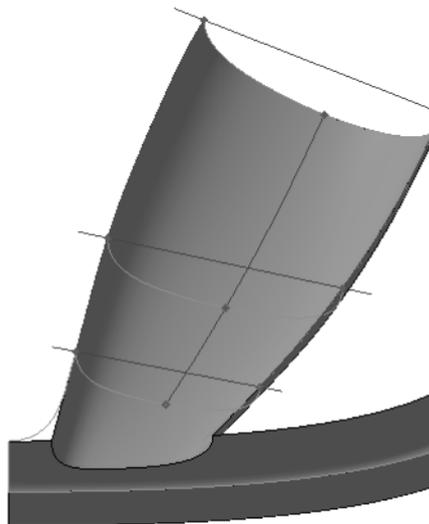


▼ Нажмите кнопку **Секущий объект**.

▼ Укажите *Рукоятку*.



▼ Нажмите кнопку **Создать объект**.

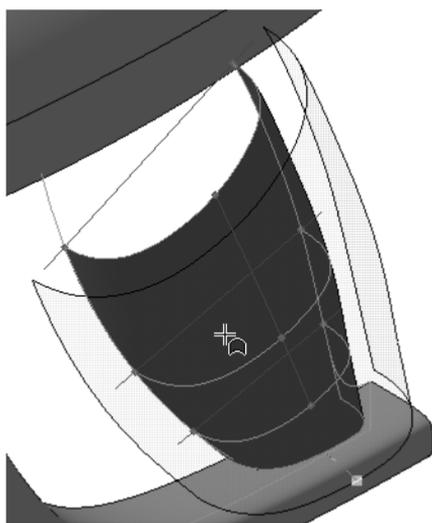


### 15.19. Эквидистанта поверхности

▼ Нажмите кнопку **Эквидистанта поверхности** на панели **Поверхности**.



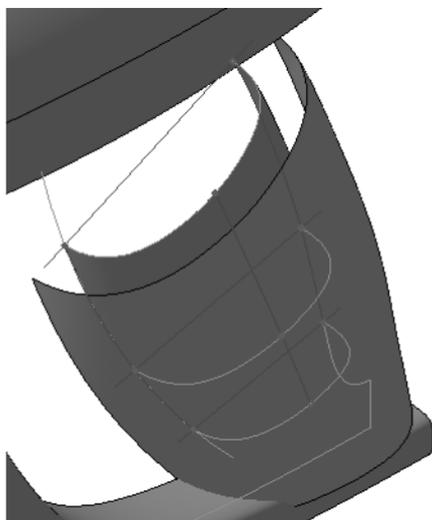
- ▼ Укажите поверхность *Рукоятки*.



- ▼ В поле **Расстояние** на Панели свойств введите значение *10 мм*.



- ▼ Нажмите кнопку **Создать объект**.



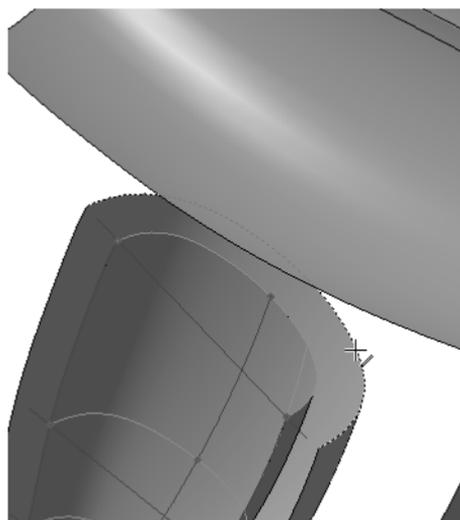
## 15.20. Продление поверхности характерными точками



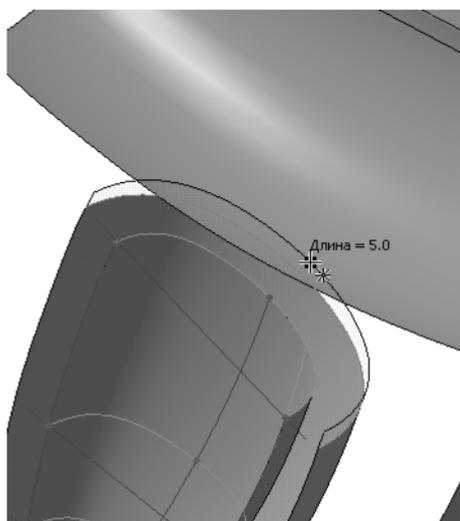
- ▼ Нажмите кнопку **Продление поверхности** на панели **Поверхности**.



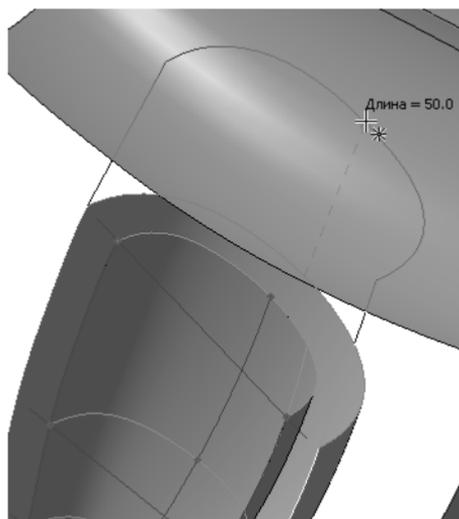
- ▼ Укажите ребро *Эквидистанты*.



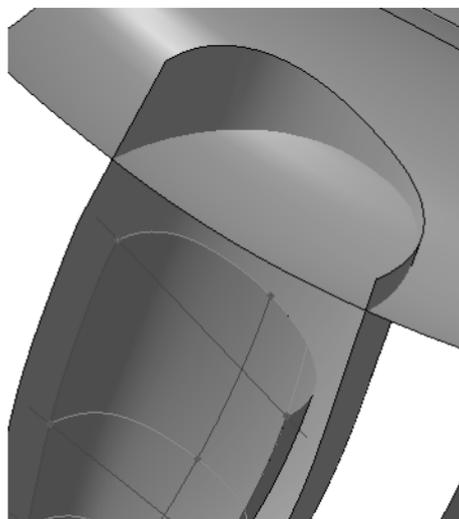
- ▼ Захватите мышью характерную точку.



- ▼ Перетащите точку вверх так, чтобы ребро *Рукоятки* оказалось целиком внутри *Корпуса*.



- ▼ Нажмите кнопку **Создать объект**.



## 15.21. Удаление грани

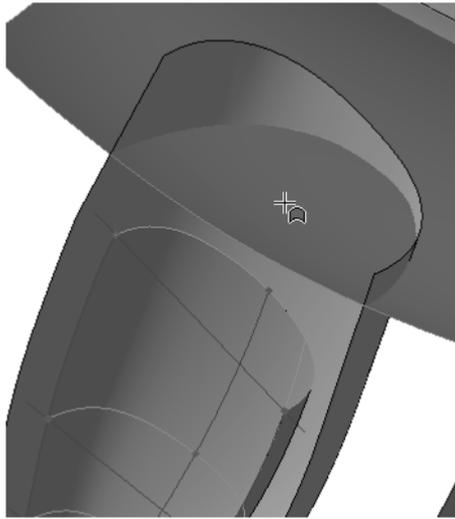
Вначале нужно удалить часть поверхности *Корпуса*, расположенную внутри эквидистантной поверхности.



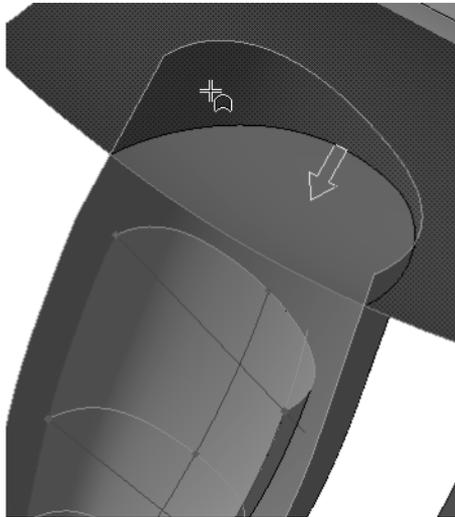
- ▼ Нажмите кнопку **Усечение поверхности** на панели **Поверхности**.



- ▼ Укажите *Корпус* — поверхность для усечения.

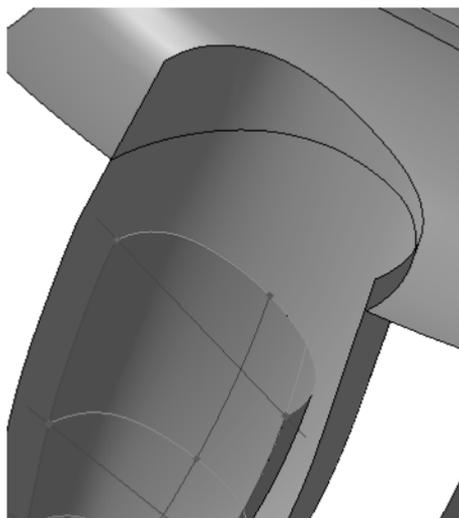


- ▼ На Панели свойств нажмите кнопку **Секущий объект** и укажите *Эквидистанту*.





- ▼ Нажмите кнопку **Создать объект**.

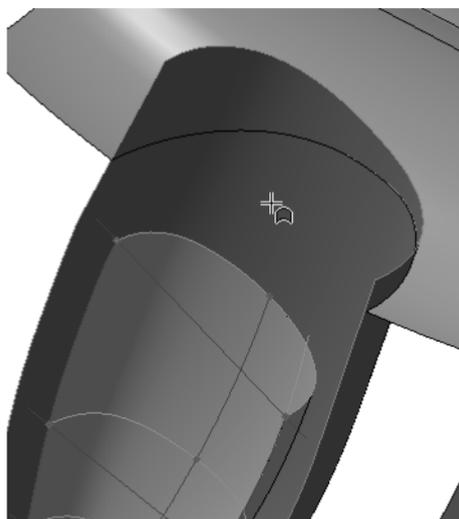


Эквидистанта выполнила свою роль — с ее помощью был создан вырез в поверхности *Корпуса*. Теперь ее можно удалить, чтобы она не мешала дальнейшим построениям.

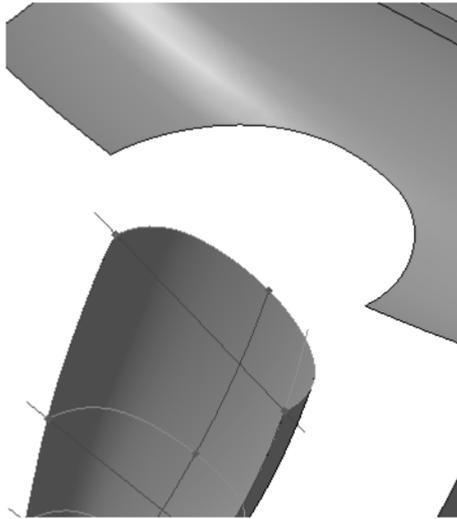


- ▼ Нажмите кнопку **Удалить грани** на панели **Поверхности**.

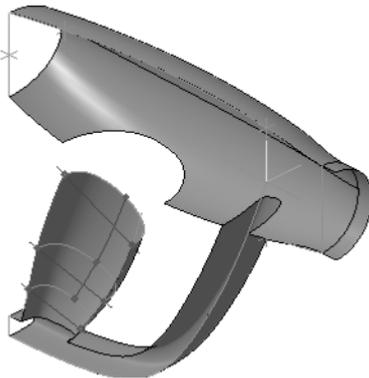
- ▼ Укажите поверхность *Эквидистанты*.



▼ Нажмите кнопку **Создать объект**.



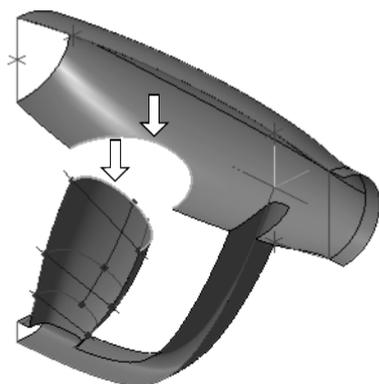
Теперь модель должна выглядеть так.



## 15.22. Сопряжение сплайнов с кривыми

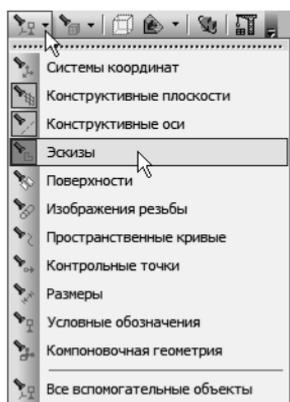
*Рукоятку* нужно соединить с *Корпусом* плавной поверхностью — поверхностью по сети кривых.

Кривые первого направления в модели уже есть — это ребра поверхностей *Корпуса* и *Рукоятки*.



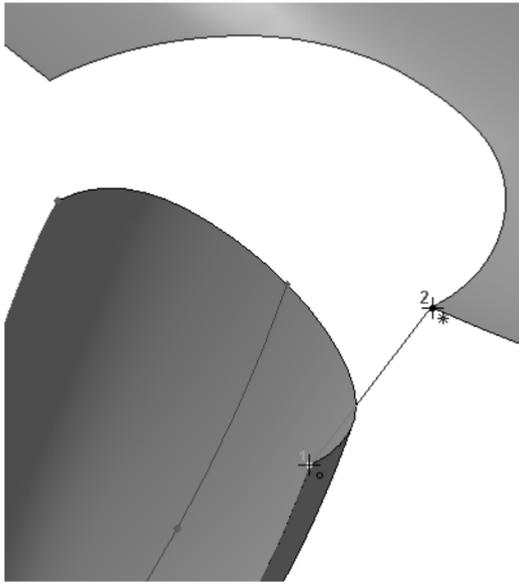
Кривые второго направления нужно создать — три сплайна, гладко сопряженные с существующими ребрами, кривыми и поверхностями.

- ▼ Отключите в модели отображение конструктивных плоскостей, осей и эскизов. Они больше не понадобятся для построений.

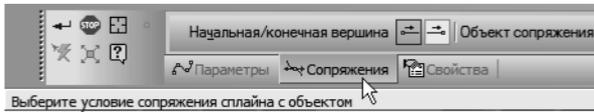


- ▼ Нажмите кнопку **Сплайн** на панели **Пространственные кривые**.

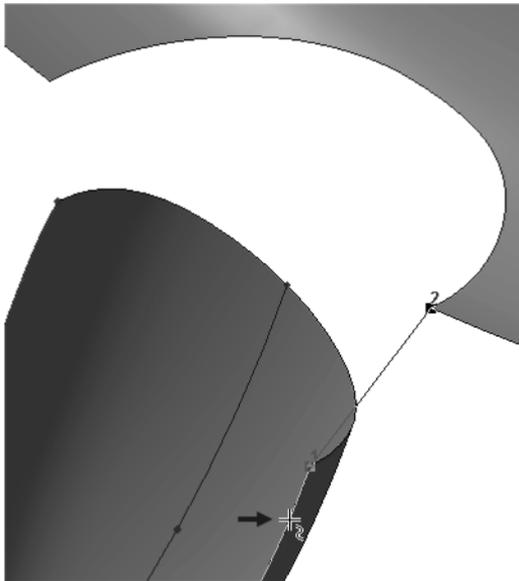
- ▼ Укажите точку 1 и вершину 2.



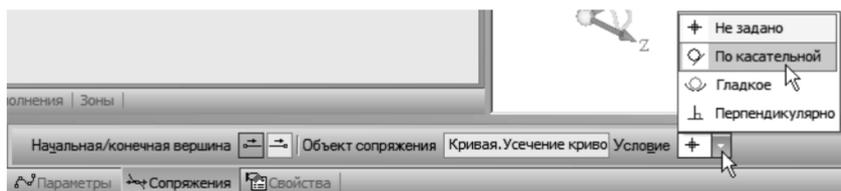
- ▼ Откройте вкладку **Сопряжения** на Панели свойств.



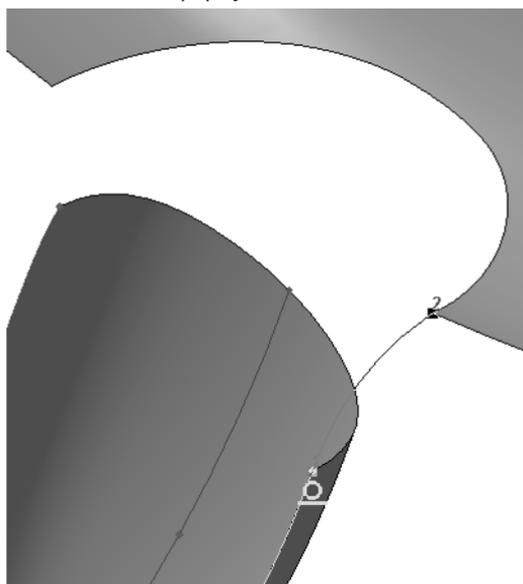
- ▼ Укажите ребро, пересекающее сплайн в точке 1.



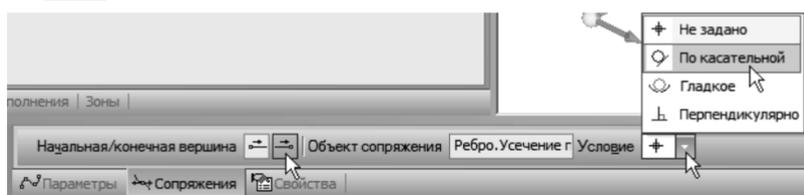
- ▼ Откройте список **Условие** на Панели свойств и укажите **По касательной**.



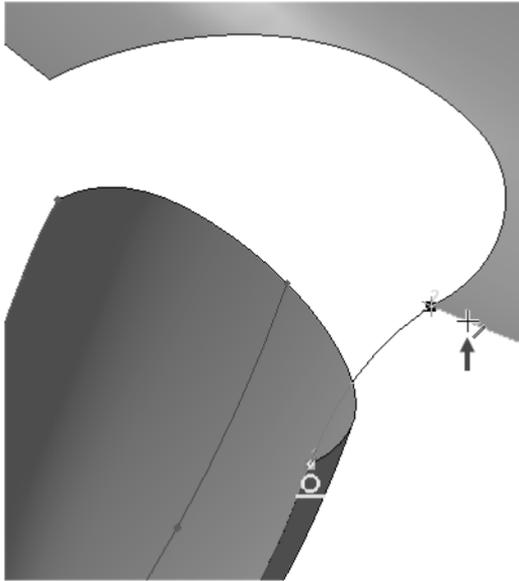
Слайн изменит свою форму.



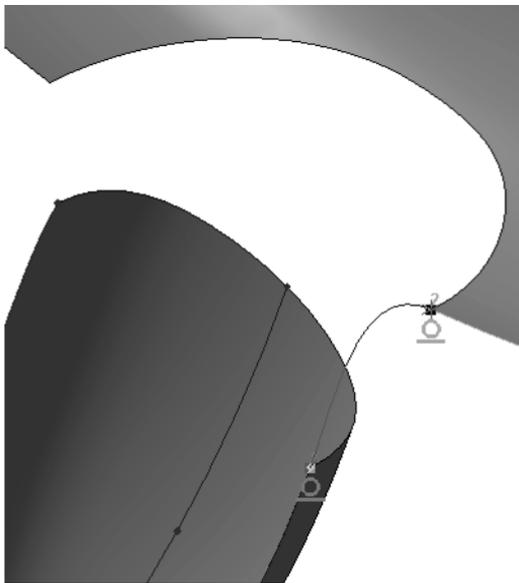
- ▼ На Панели свойств нажмите кнопку **Конечная точка**.



- ▼ Укажите ребро, пересекающее сплайн в вершине 2.



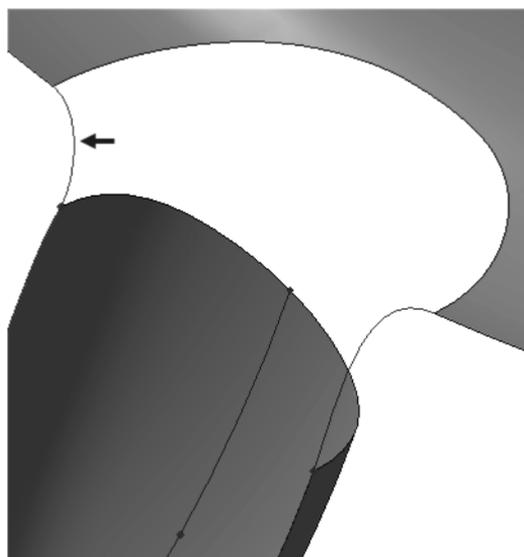
- ▼ Откройте список **Условие** на Панели свойств и укажите **По касательной** — сплайн изменит свою форму.



- ▼ При необходимости уточните направление касания сплайна в начальной и конечной точках при помощи кнопок группы **Направление** на Панели свойств.
- ▼ Нажмите кнопку **Создать объект**.

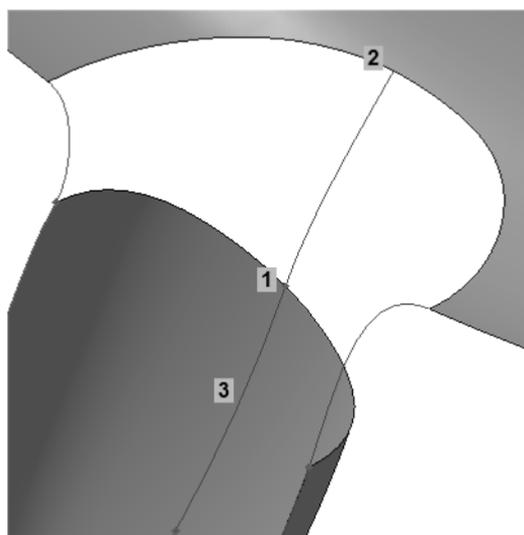


- ▼ Таким же образом постройте сплайн слева.

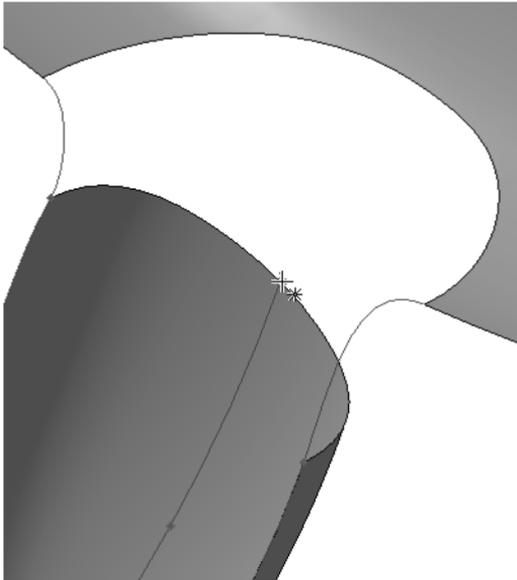


### 15.23. Сопряжение сплайна с поверхностью

Последний сплайн самый сложный. Он должен начинаться из вершины *1* на *Рукоятке*, пройти касательно ее поверхности в среднюю точку *2* выреза на *Корпусе* и плавно коснуться его поверхности на ребре. Все необходимые объекты для указания начальной точки сплайна и определения условий его сопряжения в этой точке есть: это вершина *1* и сплайн *3*. В конечной точке сплайна таких объектов нет, но система позволяет правильно построить сплайн и при таких условиях.

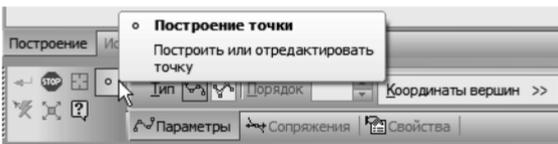


- ▼ Нажмите кнопку **Слайн** на панели **Пространственные кривые** и укажите начальную точку сплайна.

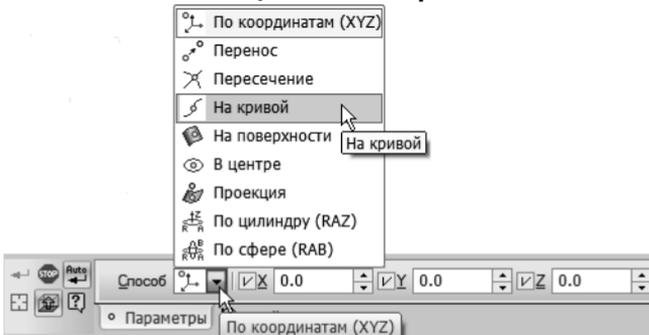


Сейчас система запрашивает конечную точку сплайна. Если такая точка в модели не была построена заранее, то ее можно создать в ходе построения сплайна.

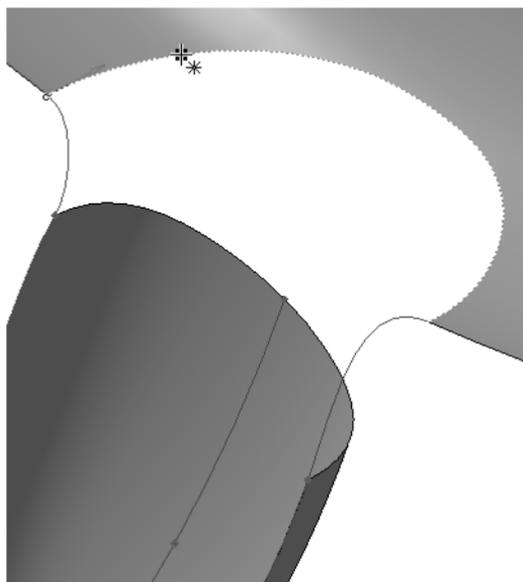
- ▼ Нажмите кнопку **Построение точки** на Панели специального управления — команда построения сплайна временно приостановит свою работу, система перейдет в режим построения точек.



- ▼ Откройте список **Способ построения точки** на Панели свойств и укажите **На кривой**.



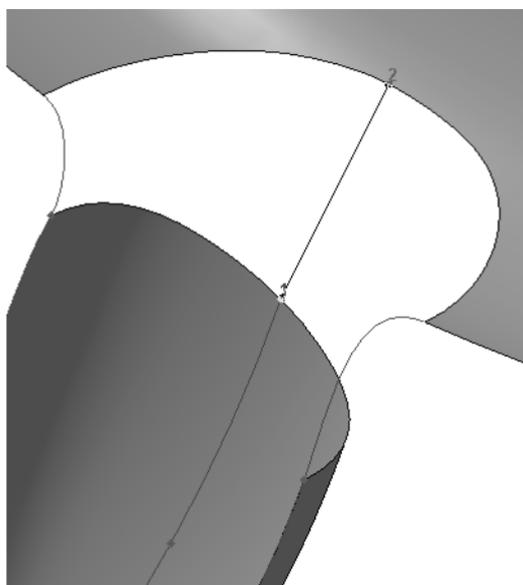
- ▼ Укажите ребро паза на *Корпусе* в произвольной точке.



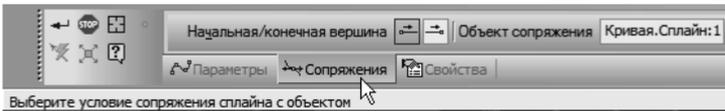
- ▼ Введите значение *50* в поле **% от длины кривой**.



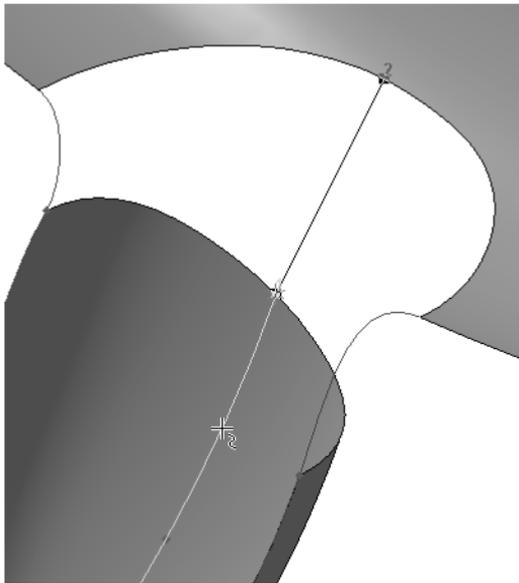
- ▼ Нажмите кнопку **Создать объект** — на ребре будет построена точка.



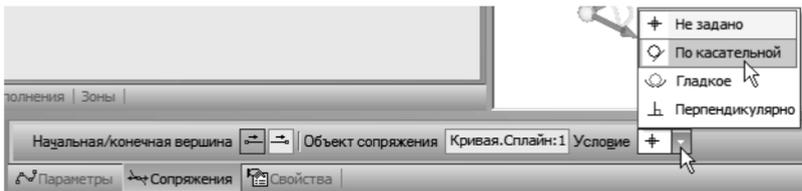
- ▼ Поскольку больше точек строить не нужно, нажмите кнопку **Прервать команду** — команда построения точек прекратит свою работу и автоматически продолжится команда построения сплайна.
- ▼ Откройте вкладку **Сопряжения** на Панели свойств.



- ▼ Система автоматически определит объект для сопряжения — сплайн на *Рукоятке*.



- ▼ Откройте список **Условие** на Панели свойств и укажите **По касательной**.

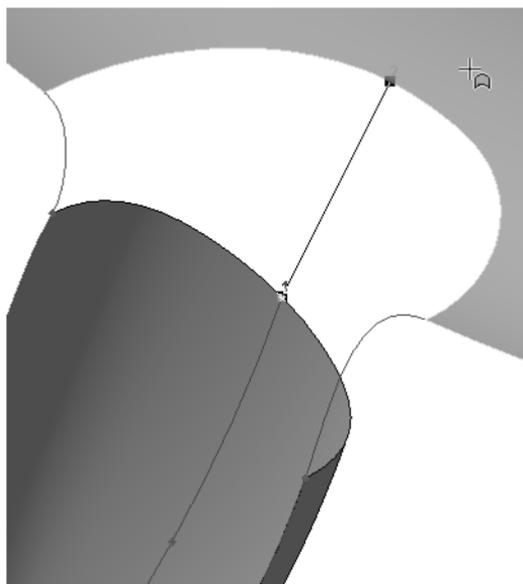


Условия построения сплайна в начальной точке заданы, можно перейти к конечной точке.

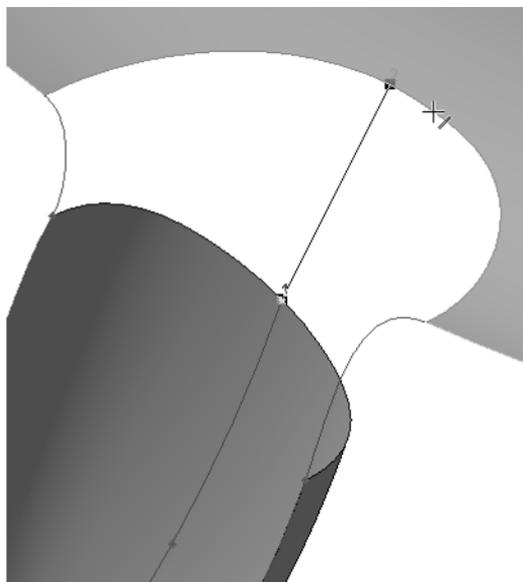
- ▼ На Панели свойств нажмите кнопку **Конечная точка**.



- ▼ Укажите поверхность *Корпуса* — объект для сопряжения.

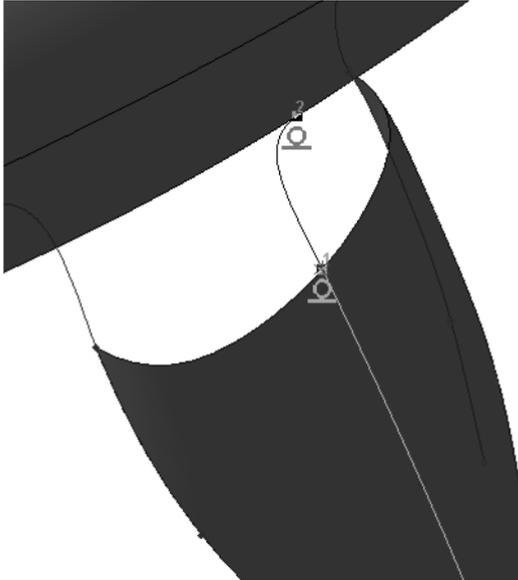


- ▼ Укажите ребро паза на *Корпусе* — граничный объект для вычисления сопряжения.

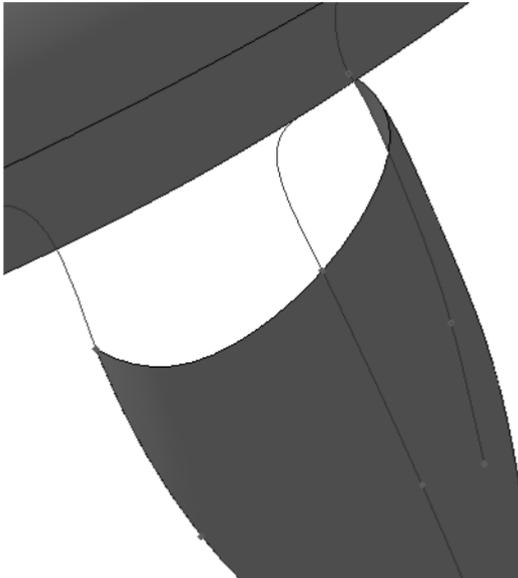


- ▼ Откройте список **Условие** на Панели свойств и укажите **По касательной**.

- ▼ Внимательно рассмотрите фантом сплайна с разных сторон. При необходимости уточните направление касания сплайна в начальной и конечной точках при помощи кнопок группы **Направление** на Панели свойств.



- ▼ Нажмите кнопку **Создать объект**.



## 15.24. Построение направляющих поверхностей

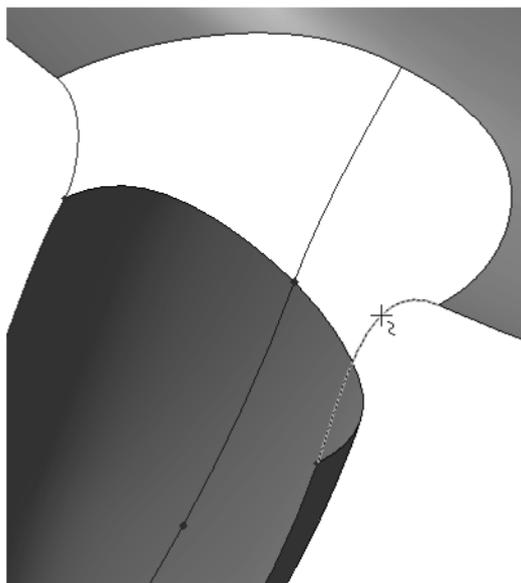
Поверхность, для построения которой была создана сеть кривых, должна плавно касаться поверхностями *Корпуса* и *Рукоятки* по вертикальным границам и располагаться перпендикулярно продольной *Плоскости ZY* по боковым границам. Поскольку в качестве боковых границ поверхности будут использованы сплайны, у которых нет связи с *Плоскостью ZY*, сопряжение **Перпендикулярно** с плоскостью назначить не удастся. Можно построить вспомогательные поверхности выдавливания и использовать их для задания условия сопряжения **По касательной**.



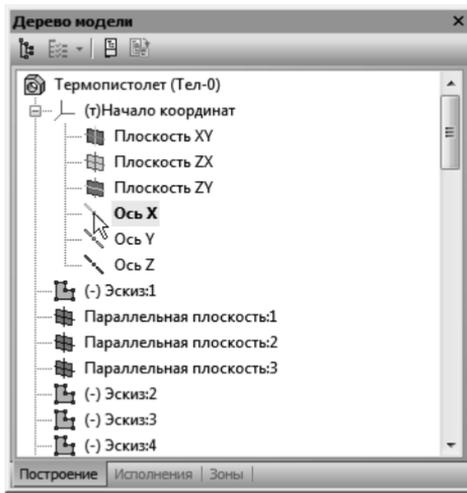
▼ Нажмите кнопку **Поверхность выдавливания** на панели **Поверхности**.



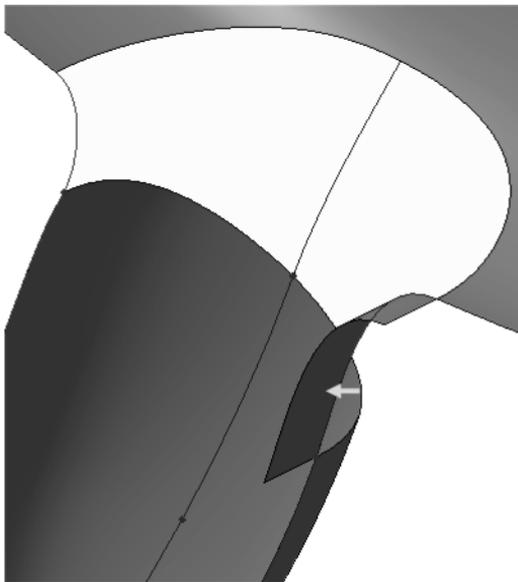
▼ В качестве сечения выдавливания укажите кривую *Сплайн:2*.



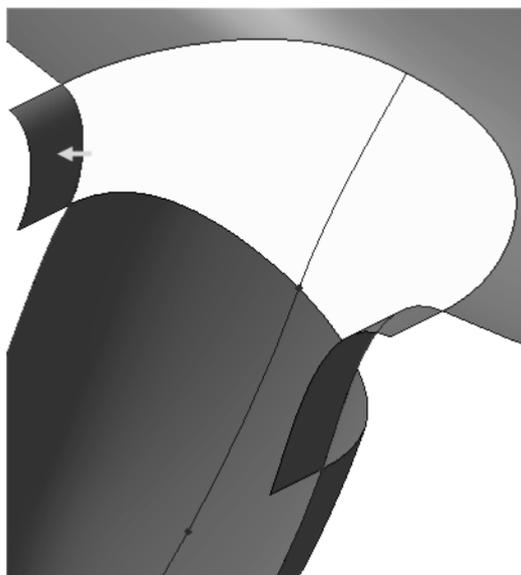
- ▼ В Дереве модели укажите направляющий объект — *Ось X*.



- ▼ На Панели свойств включите кнопку **Обратное направление** и нажмите кнопку **Создать объект**.



- ▼ Постройте такую же поверхность, указав в качестве сечения выдавливания *Слайд:3*.



## 15.25. Сопряжение поверхностей

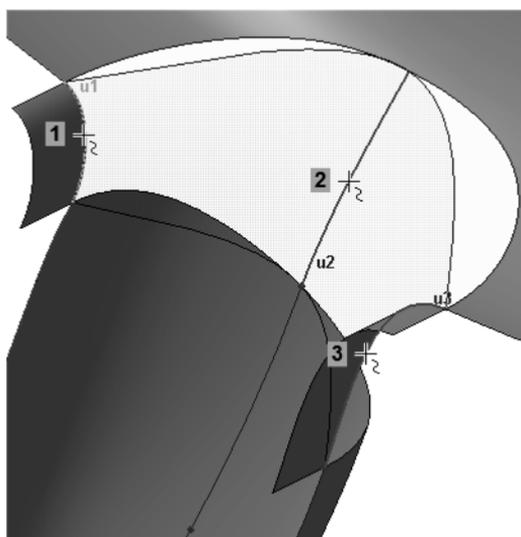
Сеть кривых готова, можно приступить к созданию поверхности.



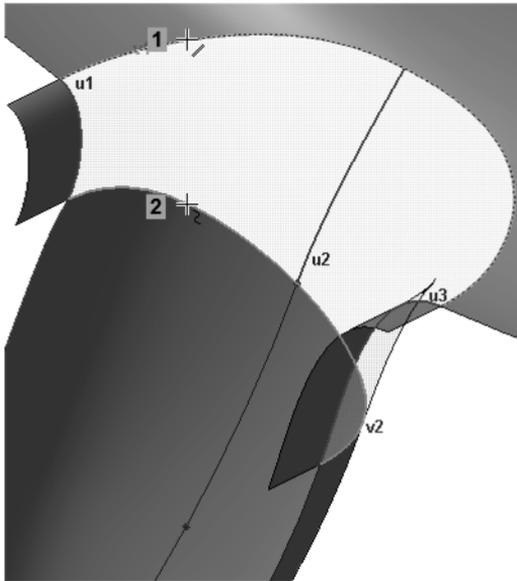
- ▼ Нажмите кнопку **Поверхность по сети кривых** на панели **Поверхности**.



- ▼ Укажите кривые сети в первом направлении (направлении  $U$ ).

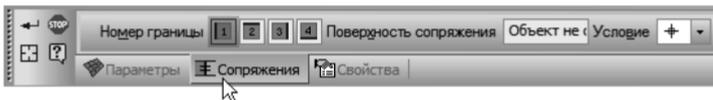


- ▼ Нажмите кнопку **Направление V** на Панели свойств. 
- ▼ Укажите кривые второго направления (направления V).

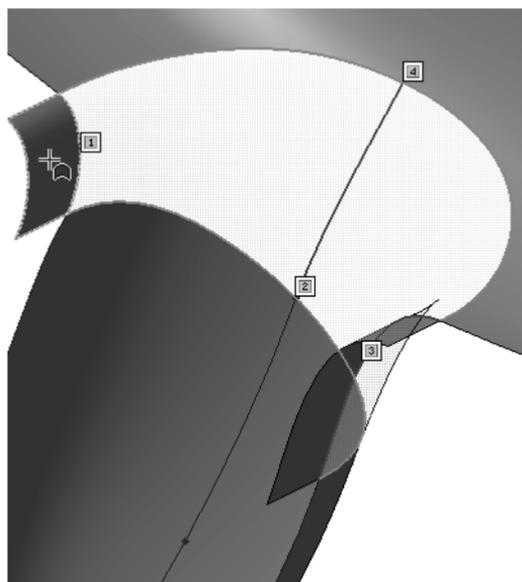


Можно уточнять форму поверхности, сопрягая ее с другими элементами модели (поверхностями и плоскостями).

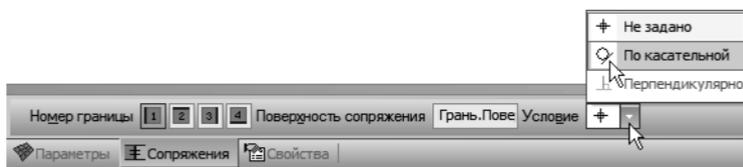
- ▼ Откройте вкладку **Сопряжения** на Панели свойств. В группе переключателей **Номер границы** текущей является граница 1.



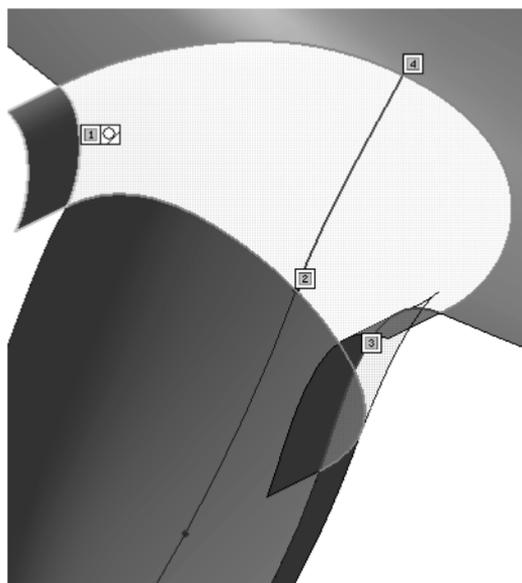
- ▼ Укажите вспомогательную поверхность выдавливания — смежную поверхность для задания условия сопряжения вдоль текущей границы.



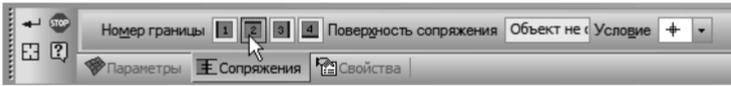
- ▼ Откройте список **Условие** на Панели свойств и укажите вариант **По касательной**.



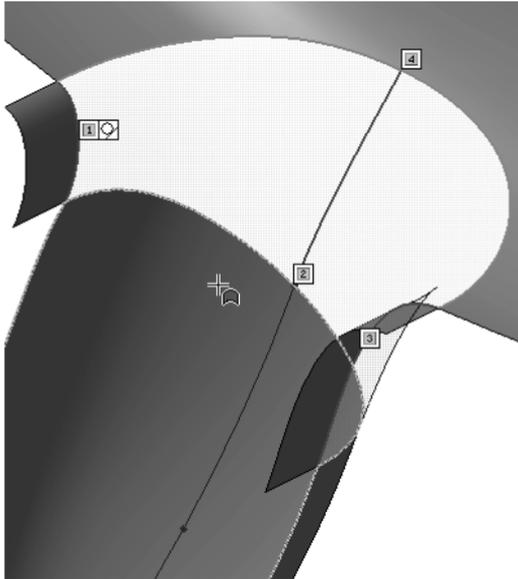
Поверхность будет перестроена, а рядом с номером границы появится пиктограмма наложенного сопряжения.



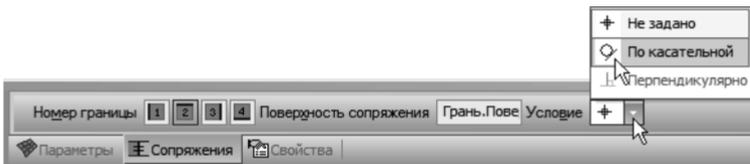
- ▼ В группе переключателей **Номер границы** укажите границу **2**.



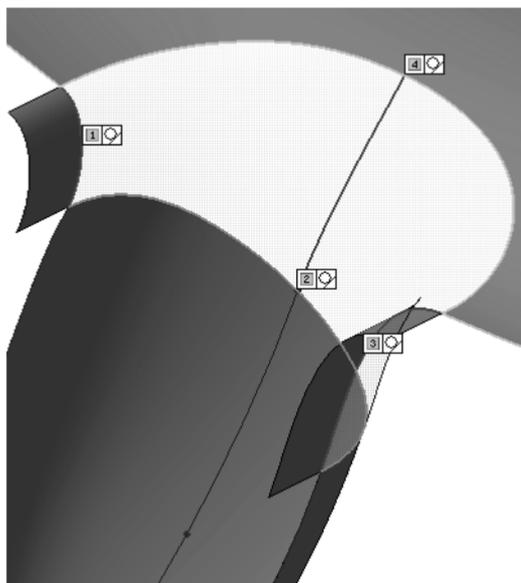
- ▼ Укажите поверхность *Рукоятки*.



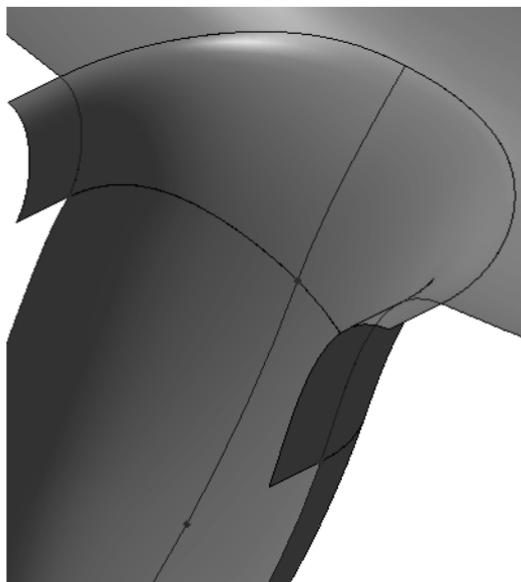
- ▼ Откройте список **Условие** на Панели свойств и укажите **По касательной**.



- ▼ Задайте то же условие сопряжения для границ 3 и 4.



- ▼ Нажмите кнопку **Создать объект**.



После построения поверхности по сети кривых вспомогательные поверхности нужно удалить.



- ▼ Нажмите кнопку **Удалить грани** на панели **Поверхности**.

- ▼ Укажите удаляемые грани.



- ▼ Нажмите кнопку **Создать объект**.



## 15.26. Заплатки

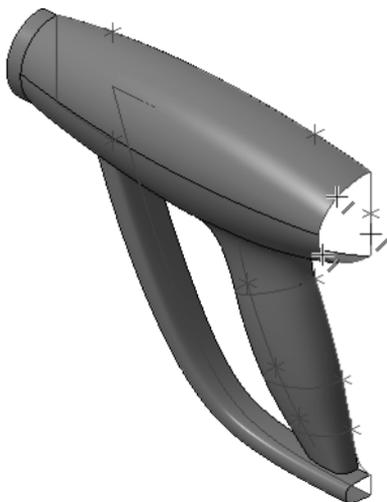
Отверстия в *Корпусе* и *Гарде* нужно закрыть специальными поверхностями — заплатками.



▼ Нажмите кнопку **Заплатка** на панели **Поверхности**.



▼ Укажите три ребра на *Корпусе*.

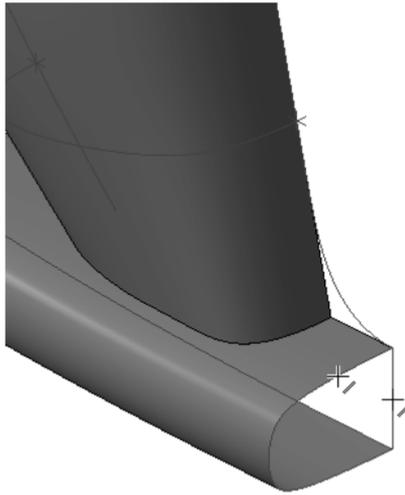


▼ Нажмите кнопку **Создать объект**.

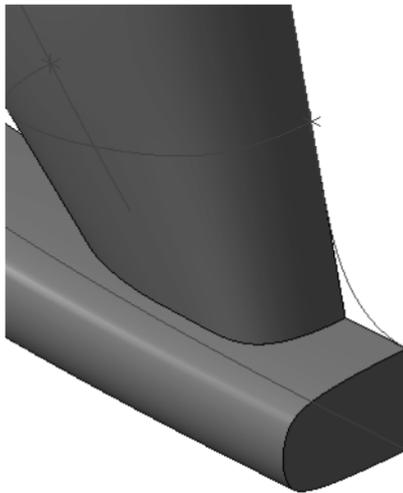


▼ Нажмите кнопку **Заплатка** еще раз.

- ▼ Укажите два ребра на *Гарде*.



- ▼ Нажмите кнопку **Создать объект**.



## 15.27. Скругление поверхностей

Нужно скруглить поверхности вдоль ребер на *Корпусе* и *Гарде*. Предварительно все поверхности модели нужно сшить в единую поверхность.

- ▼ Нажмите кнопку **Сшивка поверхностей** на панели **Поверхности**.
- ▼ Укажите поверхности и нажмите кнопку **Создать объект**.

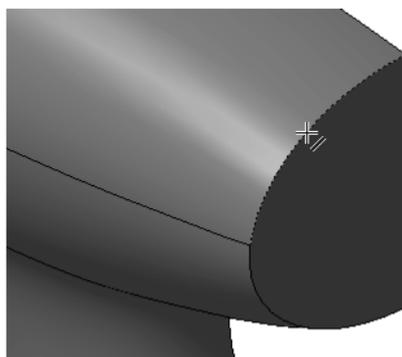




▼ Нажмите кнопку **Скругление** на панели **Редактирование детали**.



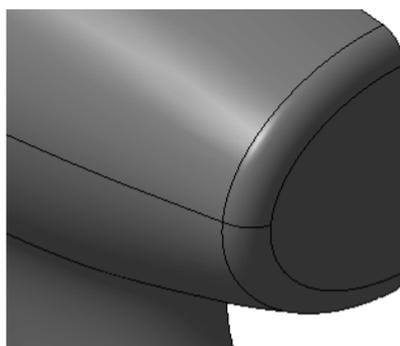
▼ Укажите ребро.



▼ В поле **Радиус** на Панели свойств введите значение *6 мм*.

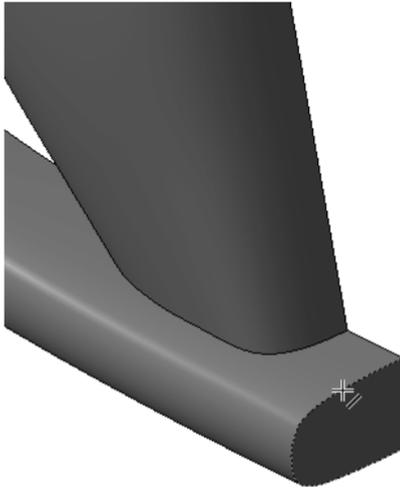


▼ Нажмите кнопку **Создать объект**.

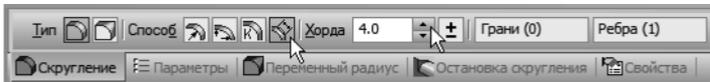


## 15.28. Скругление с постоянной хордой

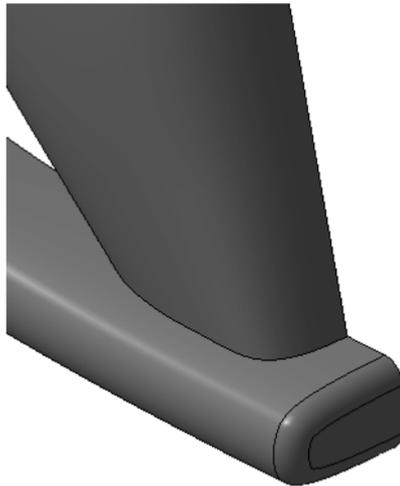
- ▼ Нажмите кнопку **Скругление**.
- ▼ Укажите ребро *Гарды*.



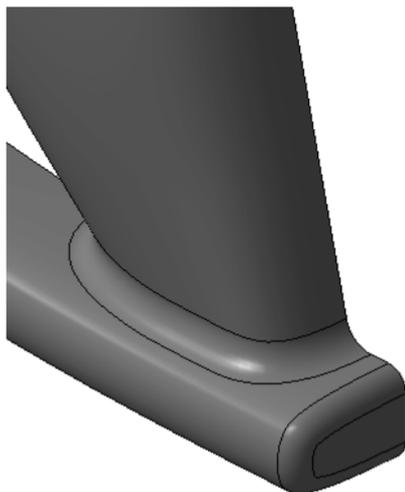
- ▼ Нажмите кнопку **С постоянной хордой** в группе **Способ** на Панели свойств.
- ▼ В поле **Хорда** введите значение **4 мм**.



- ▼ Нажмите кнопку **Создать объект**.



- ▼ Скруглите ребро пересечения *Рукоятки* с *Гардой* способом **С постоянной хордой** с величиной хорды *5 мм*.



- ▼ Скруглите ребро пересечения *Корпуса* с *Гардой* способом **С постоянной хордой** с величиной хорды *12 мм*.



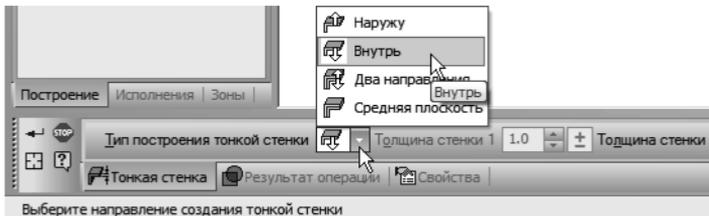
## 15.29. Придание толщины

Поверхностную модель можно превратить в твердотельную с заданной толщиной стенки.

- ▼ Поверните модель.



- ▼ Нажмите кнопку **Придать толщину** на панели **Редактирование детали**.
- ▼ Откройте список **Тип построения тонкой стенки** на Панели свойств и укажите **Внутрь**.
- ▼ В поле **Толщина стенки 2** введите значение **2 мм**.



- ▼ В Дереве модели укажите элемент *Сшивка поверхностей:2*.
- ▼ Нажмите кнопку **Создать объект**.



Выполнение операции может занять какое-то время. Дождитесь результата.



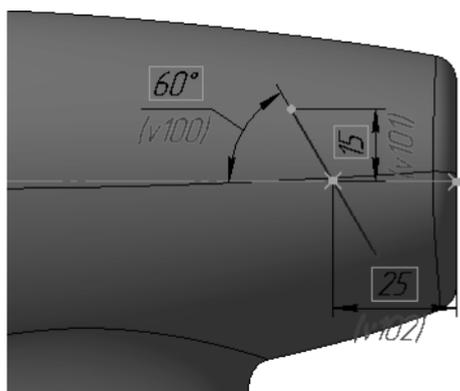
## 15.30. Доработка твердотельной модели

Далее с деталью можно работать как с обычной твердотельной моделью: добавлять бобышки, перемычки, делать отверстия и пазы.



▼ Откройте список кнопки **Скрыть все объекты** на панели **Вид** и отключите отображение поверхностей.

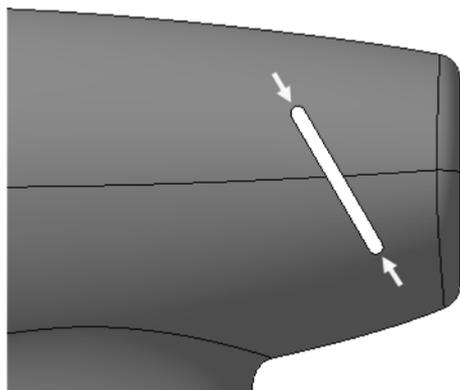
▼ Создайте на *Плоскости ZY* эскиз.



▼ Примените к нему команду **Вырезать выдавливанием** с направлением построения — **Прямое**, со способом построения — **Через все**, тип построения тонкой стенки — **Средняя плоскость**, толщина стенки — **3 мм**.



▼ Скруглите короткие ребра паза радиусом **1,5 мм**.

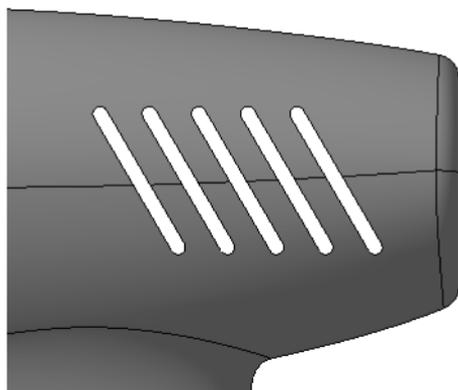


▼ Нажмите кнопку **Массив по сетке** на инструментальной панели **Массивы**.

- ▼ В Дереве модели укажите объекты для копирования — *Вырезать элемент выдавливания:1* и *Скругление:5*.
- ▼ Задайте параметры массива по первой оси сетки: количество **N1** — 5, **Шаг 1** — 10 мм. В качестве первой оси укажите в Дереве модели *Ось Z*.

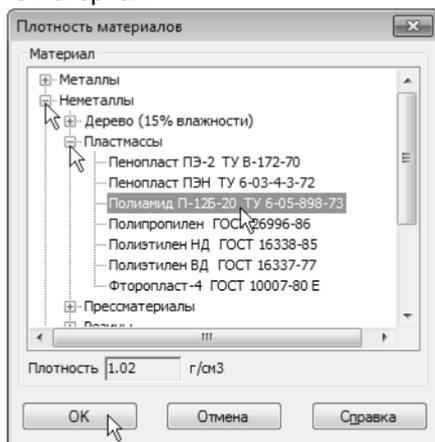


- ▼ Нажмите кнопку **Создать объект**.



### 15.31. Расчет МЦХ детали

- ▼ Войдите в режим определения свойств детали и назначьте материал.



- ▼ Нажмите кнопку **МЦХ модели** на инструментальной панели **Измерения и диагностика (3D)**.



- ▼ На Панели свойств включите опцию **Точка** и нажмите кнопку **Центр масс**.



Положение центра масс будет показано в окне модели специальным значком.



- ▼ Нажмите кнопку **Прервать команду**.

В окне модели появится точка, а в Дереве модели — ее пиктограмма.



- ▼ Нажмите кнопку **Перестроить** на панели **Вид**.



- ▼ Нажмите кнопку **Сохранить** на панели **Стандартная**.

**Поздравляем!**

**Вы закончили этот учебный курс.  
Желаем успехов!**